



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS**

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

---

**Trabajo de Tesis Doctoral:**

***“El monitoreo ambiental como herramienta de intervención  
en los conflictos socioambientales derivados  
del uso de plaguicidas”***

---

**Tesista: María Agustina Etchegoyen**

**Director/a: Marino Damián José Gabriel  
Alicia Estela Ronco**

**Año: 2021**



*“... Preferimos buscar, para construir los otros futuros más deseables,  
menos probables tal vez, pero sin duda posibles”*

**Oscar Varsavsky**



*“Lo que intento ahora es volar escribiendo”*

*Guillermo de Pósfay*

*Esta tesis es una compilación de más de 5 años de **experiencia colectiva**. Es una síntesis de algo, que empecé a soñar en el 2013 cuando el plan del doctorado se materializó. Nutrida por mi militancia político estudiantil primero y motorizada por la militancia académica después...movilizada por las injusticias, las luchas y las utopías, por las ganas de transformar, de no ser indiferente. De aportar a la construcción de ese Otro Mundo con el que muchxs soñamos. De aportar desde el hacer ciencia con pasión y responsabilidad. Buscando construir una ciencia transformadora, libre y soberana. Investigando una temática tan compleja, sensible y relevante en nuestro país como son los impactos socioambientales que emergen del agronegocio. Y realizarlo desde las Ciencias Exactas, pero en la búsqueda de un abordaje complejo, participativo e integral ha sido todo un desafío.*

*HOY, con mucha alegría lxs invito a recorrer las páginas de esta tesis, a cuestionarla, a disfrutarla, a compartirla.*

*Dedicada a mi papá, a mi mamá, y mis 2 hermanxs por enseñarme lo que significa el **amor**, la **unión**, la **lucha** y la **fortaleza**. A mi abue y toda mi familia, por **estar** siempre.*

*A Mis Amigxs, que son **lo más lindo** que puedo tener, por ser mi **sostén**.*

*Dedicada a quienes se animan a volar, en especial a la familia **EMISA**, que sin ellxs nada de esto sería realidad. A todo el equipo del CIM en especial a Damián, por **acompañarme y enseñarme tanto** en este camino.*



**En memoria a Nina, mi maestra**

*Dedicada **a cada una de las personas** que formó parte de este recorrido*

*En especial a Andre y Gladys. Mujeres, fuertes y luchadoras*

*En homenaje al PUEBLO que se mantiene **¡alerta!***



# Índice general

<b>Capítulo 1.</b> Introducción general y estructura de la tesis .....	1
1.1 Introducción general.....	1
1.2 Estructura de la tesis.....	3
<b>Capítulo 2.</b> Marco Teórico .....	5
2.1 Modelo agrícola argentino .....	6
2.2 Plaguicidas: agrotóxicos.....	13
2.3 Conflictos socioambientales, Ambiente y Complejidad Ambiental .....	18
2.4 El abordaje de los Conflictos Socioambientales desde la complejidad .....	24
2.5 Ciencia y Sociedad: el aporte de las Ciencias Ambientales en el conflicto socioambiental...	27
<b>Capítulo 3.</b> Hipótesis y Objetivos .....	30
3.1 Hipótesis general de trabajo .....	30
3.2 Objetivo general .....	30
<b>SECCIÓN A</b> .....	33
<b>Capítulo 4A.</b> Contaminación por plaguicidas y su dinámica ambiental .....	34
4A.1 Introducción: caracterización de los plaguicidas.....	37
4A.2 Materiales y Métodos .....	47
4A.3 Resultados y Discusión .....	78
4A.4 Conclusiones Sección A.....	149
<b>SECCIÓN B</b> .....	152
<b>Capítulo 5B.</b> Conflictos socioambientales derivados del uso de plaguicidas: estudio de casos en Argentina.....	153
5B1. Introducción.....	155
5B.2 Campamentos socioambientales.....	159
5B2a. Caso Monte Maíz, Córdoba .....	160
5B2b. Caso San Salvador, Entre Ríos .....	185
5B.3 Caso Villa San José, Santa Fé: abordaje desde la transición agroecológica.....	212
5B.4 Análisis comparativo de plaguicidas entre los 3 escenarios.....	228

<b>Capítulo 6B.</b> Aportes finales: El monitoreo ambiental como herramienta de intervención en los conflictos socioambientales derivados del uso de plaguicidas.....	234
<b>Capítulo 7.</b> Conclusiones generales .....	245
<b>Bibliografía</b> .....	249
<b>ANEXOS</b> .....	264



# Capítulo 1. Introducción general y estructura de la tesis

## 1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

La actividad agrícola es uno de los grandes pilares de la economía argentina. El modelo de producción hegemónico del agronegocio que se instaló en el país desde la década del 90 se caracteriza por un paquete agrobiotecnológico que incluye como elementos estructurales del mismo a los organismos genéticamente modificados, el uso creciente e intensivo de agrotóxicos y el proceso de siembra directa. Uno de los puntos destacables del modelo actual, es que no incorpora en su balance las externalidades que él mismo genera (Pengue, 2017), las cuales abarcan consecuencias ecológicas, sociales, políticas, económicas y culturales (Sarandón, 2002). De manera sintética se pueden mencionar como algunas de las diversas aristas de la problemática de estudio la pérdida de la diversidad productiva nacional, los desalojos violentos de productores y campesinos de subsistencia y poblaciones indígenas, el desplazamiento de la agricultura familiar (Gras y Göbel, 2014), el endeudamiento y desaparición de pequeñas y medianas explotaciones productivas (Larreche, 2014), las modificaciones de escenarios ambientales como consecuencias del desmonte por la expansión de la frontera agropecuaria, la erosión y pérdida de la estructura del suelo, la pérdida de la biodiversidad de especies animales y vegetales, la pérdida de la calidad alimentaria, los impactos negativos en la salud pública (Altieri, 2009; Leguizamón, 2014) y la contaminación ambiental por agrotóxicos (Ronco, 2015). Particularmente, el uso intensivo de estos compuestos químicos condujo inevitablemente a la exposición de los organismos no objetivo, incluyendo los humanos y otras especies, contaminando el ambiente y afectando a los ecosistemas en su conjunto (*rev de Souza y otros, 2020*); evidenciado esto último en los múltiples trabajos a nivel nacional e internacional que demuestran la presencia de plaguicidas en los diversos compartimentos ambientales (agua, sedimentos, suelo, aire, biota, alimentos).

Todos los impactos asociados al modelo agrícola imperante recién descriptos, desencadenaron disputas sociales a lo largo y ancho del país, surgiendo nuevas formas de organización impulsadas por vecinxs autoconvocadxs<sup>1</sup> y movimientos sociales que se consolidaron a raíz de esta problemática. Emergen así, como otra de las grandes externalidades del modelo: los conflictos

---

<sup>1</sup> El uso de la “x” explicita la concepción inclusiva de las personas sin distinción de género y otros tipos de discriminación. (Massarini y Schnek, 2015). A pesar de la cualidad androcéntrica del lenguaje se utilizará el masculino como genérico para facilitar la lectura.

socioambientales, los cuales se conciben como una manifestación social y política de las problemáticas ambientales. Los conflictos por agrotóxicos, son a su vez, un caso particular en donde la tecnociencia está involucrada en el origen o incluso es una de las principales causas del problema planteado (Massarini y Schnek, 2015), siendo los habitantes de las localidades inmersas en el sistema agroproductivo los que perciben particularmente a las prácticas de manejo y aplicación de agrotóxicos como un riesgo latente para su salud y el ambiente (Aijón Abadal y otros, 2007). Los mismos, ponen en tensión el vínculo entre el modelo productivo de un territorio y la manera de enfermar y morir de las comunidades expuestas -impuestas- a dichos compuestos químicos (Abbate y otros, 2017). Y son también los propios grupos organizados los que solicitan a la comunidad científica respuestas a sus demandas, motorizando de esta manera nuevos estudios en Universidades e Instituciones científicas (Gutiérrez y otros, 2017). Frente a este escenario los conflictos socioambientales plantean una nueva complejidad que precisa entonces de nuevos marcos conceptuales para su abordaje (Hidalgo, 2015); y ante la premisa de que *“la metodología científica para abordarlos no puede ser la misma que ayudó a crearlos”*, surge la necesidad de un cambio en la manera de producir ciencia, en la búsqueda de una metodología de investigación que sea apropiada para hechos inciertos, valores en disputa y decisiones urgentes (Funtowicz y Ravetz, 1993). Abordajes metodológicos participativos que permitan la expansión del conocimiento y el estímulo de la acción, transformando el papel de los que habitualmente participan como sujetos de la investigación e involucrándolos como investigadores activos y agentes de cambio (Loewenson y otros, 2014). Una construcción de ciencia orientada a fortalecer los procesos sociales y las luchas en defensa de las comunidades y la naturaleza a través de un proceso de diálogo con los diferentes actores involucrados (UCCSNAL, 2015).

El panorama socioambiental recién descripto ha sido el motor de la presente tesis, la cual se propone responder ¿cuál es el grado de contaminación por agrotóxicos en zonas de conflicto socioambiental? ¿cuáles son las matrices ambientales más impactadas y los plaguicidas más relevantes? ¿desde qué paradigmas construimos ciencia? ¿qué rol ocupa el conocimiento generado en dichos escenarios? ¿qué rol cumplen las comunidades en la construcción del conocimiento? ¿y en el proceso de transformación social propio de los conflictos socioambientales? ¿es el monitoreo ambiental una herramienta útil para contribuir en la construcción de un cambio que mejore la calidad de vida de las comunidades afectadas por la exposición a los agrotóxicos?

## 1.2 ESTRUCTURA DE LA TESIS

---

Con el objetivo de clarificar la lectura, se describe la estructura elegida para presentar de manera pertinente el conocimiento generado.

Al inicio se presenta y desarrolla el **Marco teórico** en el cual se sustenta la investigación. En la misma se describen los principales procesos sociohistóricos, conceptos, definiciones y antecedentes vinculados al modelo agrícola argentino y en particular al uso de agrotóxicos, a la emergencia de los conflictos socioambientales y al rol de la Ciencia en estos escenarios complejos. Dicho apartado da pie a la **Hipótesis y Objetivos** de la Tesis. Luego, la información generada se presenta en dos secciones. La primera, se denomina “**Sección A - Contaminación por plaguicidas y su dinámica ambiental**”. En la misma se presentan los plaguicidas estudiados y se detallan las metodologías analíticas empleadas para su determinación. Se describe el área de estudio y los tres escenarios de muestreo evaluados, pero desde una perspectiva general; donde el interés está puesto en la detección de los plaguicidas, los niveles de concentraciones hallados, las matrices ambientales afectadas y la distribución ambiental de dichos contaminantes. Se presenta también un apartado donde se desarrolla la presencia de plaguicidas en suelos de espacios públicos urbanos por considerarse una problemática relevante que emergió de los escenarios estudiados. La segunda sección denominada “**Sección B - Conflictos socioambientales derivados del uso de plaguicidas: estudio de casos en Argentina**” se centra en el proceso particular del conflicto que se desarrolla en cada caso de estudio. En la misma se presentan y caracterizan los escenarios de estudio, las singularidades de cada localidad, los grupos sociales involucrados, la historia y distintas etapas del conflicto y las estrategias y metodologías de abordaje utilizadas. Se presentan también los resultados de los monitoreos, pero desde una perspectiva particular y en el contexto del conflicto socioambiental. Finalizadas las dos secciones, se sintetiza un capítulo de “**Aportes Finales**” en el cual se analizan los tres procesos estudiados y se evalúa el aporte del conocimiento científico generado a través de los monitoreos ambientales en los escenarios de conflicto socioambiental. Por último, se desarrolla un capítulo donde se condensan las **Conclusiones Generales** del trabajo de investigación, seguida de la **Bibliografía** y los **ANEXOS**.



## Capítulo 2. Marco Teórico

El **Capítulo 2** tiene como objetivo definir y desarrollar todos aquellos elementos que conforman la base conceptual e ideológica de la presente Tesis. Para ello, se vio necesario iniciar el capítulo con una síntesis de algunos aspectos históricos principales del desarrollo rural argentino, en pos de una mejor comprensión de las causas que determinaron las transformaciones en la estructura agraria de nuestro territorio en la actualidad (Sánchez, 2012), las cuales dieron lugar a los escenarios de conflictividad analizados en el presente trabajo de investigación.

La estructura completa del capítulo se muestra a continuación.

2.1 MODELO AGRÍCOLA ARGENTINO .....	6
<i>La antesala del modelo actual</i> .....	6
<i>1990: la agricultura industrial y la Revolución biotecnológica</i> .....	7
<i>Sojización</i> .....	9
<i>Consecuencias del modelo agrícola actual: las externalidades</i> .....	10
2.2 PLAGUICIDAS: AGROTÓXICOS .....	13
<i>Definición y denominaciones</i> .....	13
<i>Consumo</i> .....	15
<i>Riesgos Asociados</i> .....	16
2.3 CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES, AMBIENTE Y COMPLEJIDAD AMBIENTAL	18
<i>El movimiento ambiental en Argentina: evolución histórica y origen de los conflictos</i> .....	19
<i>Parén de fumigar</i> .....	20
<i>Resignificando lo Ambiental: conceptos y definiciones</i> .....	22
2.4 EL ABORDAJE DE LOS CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES DESDE LA COMPLEJIDAD .....	24
<i>Cambio del paradigma científico</i> .....	25
2.5 CIENCIA Y SOCIEDAD: El aporte de las Cs. Ambientales en el conflicto socioambiental	27

## 2.1 MODELO AGRÍCOLA ARGENTINO

---

### *La antesala del modelo actual*

Desde su inicio, la economía argentina se caracterizó por la estrecha vinculación con la producción rural, cuyo modelo a lo largo de la historia, evidenció cambios significativos en su estructura. Desde *mediados del siglo XIX* Argentina se ubicó dentro de la división internacional de producción como un país de economía primaria exportadora, principalmente de carnes y cereales producidos en la región pampeana (Joensen y Semino, 2004; Sánchez, 2012). La consolidación del Estado nacional, junto con la aparición del frigorífico y la fuerte demanda de carne ovina de parte de los países industrializados de Europa, impulsaron lo que se conoce como “la conquista del desierto”. En un plan de aniquilamiento de las comunidades originarias durante 1879, se completó el proceso de ocupación territorial de la región pampeana (Pigna, 2005). Allí se introdujeron el ganado (se mestizaron razas nativas con inglesas) y las pasturas de alfalfa. A *fin del siglo XIX* se instaló la agricultura en función de la ganadería, cambiando rápidamente el paisaje pampeano (Brailovsky y Foguelman, 2013; Sánchez, 2012). A *principios del siglo XX*, luego de la Primera Guerra Mundial, creció en dicha región la producción ganadera (carne enfriada -chilled- como principal producto ganadero de exportación), y se consolidó posteriormente la estancia mixta<sup>2</sup>. Fuera de la región pampeana, en los años de la pos guerra, aumentaron los cultivos industriales en la producción agrícola; el azúcar en Salta, Jujuy y Tucumán, los vinos cuyanos, las frutas del valle de Río Negro, el algodón del Chaco y Santiago del Estero, la yerba mate en Misiones (Palacio, 2000). En este sentido, en la Argentina se producía la casi totalidad de los alimentos que consumía su población, salvo algunos productos tropicales (Teubal, 2003). Sobre la base de su riqueza natural y climática y el potencial para producir alimentos, la Argentina se convirtió en lo que muchos han dado en llamar “el granero del mundo” (Pengue, 2001; Teubal, 2003). Durante los años siguientes y *hasta finales de los sesenta*, el modelo de producción dominante fue la alternancia entre ganadería y agricultura (Pengue, 2001). Se evidenció en esta etapa un estancamiento de la productividad debido a la estructura social y precaria del campo y la tenencia de la tierra (arrendatarios y terratenientes), los bajos precios internos e internacionales, el bajo nivel tecnológico, la falta de promoción

---

<sup>2</sup> Estancia mixta: tipo de organización productiva que combinaba la cría y engorde con la producción agrícola, con el propósito de evitar riesgos y responder a las variaciones en los mercados (Palacio, 2000).

estatal, entre otras causas. Con la incorporación de los tractores, el campo comenzó a modernizarse lentamente y empezó una transición hacia la producción de cultivos anuales. La producción de monocultivos desencadenó los primeros procesos de deterioro físico del suelo; a tal punto que la primera tarea que encaró el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) luego de su creación en 1957, fue un proyecto para el control de la erosión en la Pampa Ondulada (Brailovsky y Foguelman, 2013).

Durante *la década del setenta* se introdujeron nuevas variedades híbridas de cereales y oleaginosas en el campo pampeano y se pasó de una agricultura convencional y una ganadería extensiva hacia una agricultura continua de explotación más intensiva (Bisang, 2004). Este fenómeno, denominado agriculturización (acompañado de un proceso de desganaderización, debido al desplazamiento de la ganadería bovina -carne o leche- en favor de la agricultura) se caracterizó en una primera etapa por la expansión maicera, seguida del doble cultivo anual, trigo-soja, disminuyendo el modelo tradicional de rotación agrícola-ganadera (González Maraschio y otros, 2017). Dicho proceso se trató de la aplicación tardía en nuestro país de la “Revolución verde”<sup>3</sup> (Teubal, 2003), donde el crecimiento productivo fue de la mano de la tecnificación y la innovación tecnológica (Cadenazzi, 2008). La Revolución verde se propuso como objetivo desde su comienzo, aumentar el rendimiento de los cultivos, considerando que la tecnología acabaría con el hambre en el mundo (Solbrig, 2004). La misma se caracterizó por la introducción de un paquete tecnológico que incluyó las variedades vegetales de alto rendimiento, el riego o el abastecimiento controlado del agua, el uso intensivo de insumos químicos (fertilizantes y plaguicidas), el empleo masivo de maquinaria agrícola, el aumento de la escala de producción y el incremento de la frontera agropecuaria (Pengue, 2001; Giraldo, 2018).

#### *1990: la agricultura industrial<sup>4</sup> y la Revolución biotecnológica*

A partir de la *década del noventa* un nuevo ciclo de profundas transformaciones estructurales comenzó a gestarse en el sector rural no solo de la Argentina sino de América y principalmente de la región Sudamericana: la agricultura a gran escala. Comenzó así una etapa diferente dentro del proceso expansivo en el agro argentino (Teubal, 2003) basada en la biotecnología y la ingeniería

---

<sup>3</sup> El término “Revolución Verde” hace referencia al incremento sorprendente y repentino de la producción de granos que ocurrió en varios países en vías de desarrollo a mediados de los años '60 (Sarandón y Flores, 2014).

<sup>4</sup> Caracterizada por el ingente uso de insumos intensivos derivados de la práctica industrial (Pengue, 2018)

genética (con el desarrollo de los organismos transgénicos o genéticamente modificados -OGM-), y favorecida por la implementación de políticas macroeconómicas neoliberales que acontecieron al inicio de la década. Las mismas condujeron a una intensificación de las inversiones de capital y a la profundización y aceleración de los cambios tecnológicos (Cadenazzi, 2008); brindando el marco institucional e ideológico necesario para la introducción de los OGM (Leguizamón, 2014). En sinergia con la incorporación de la biotecnología, se adoptó y difundió la siembra directa como técnica de cultivo, la cual se caracteriza por la ausencia de labranzas y la presencia de una cobertura permanente del suelo (Aapresid, 2017).

El nuevo paradigma, denominado agronegocio, se instaló como modelo hegemónico de producción agrícola en Argentina (Gras y Göbel, 2014). El término, hace referencia a un modelo de agricultura a gran escala, centrado en la exportación de commodities<sup>5</sup> (Zuberman, 2014), cuya característica fundamental es la inserción de la producción agraria en cadenas globales de valor (Gras y Göbel, 2014). Las grandes agroempresas multinacionales (las cuales se convirtieron en los actores económicos centrales) y la biotecnología, acentuaron el paradigma moderno de la agricultura contenido en la Revolución Verde (Otero, 2013). En comparación a esta, la tasa de adopción tecnológica verificada en Argentina con los organismos transgénicos no tuvo precedentes por lo menos desde un punto de vista temporal (Pengue, 2004a), ya que fueron incorporados en el agro argentino con muy poco retraso respecto de su lanzamiento internacional (Bisang, 2004). Desde la inserción del primer cultivo transgénico en 1996 hasta fines del 2020 se aprobaron un total de 61 eventos<sup>6</sup> concentrados en 6 tipos de cultivos (34 de maíz, 16 de soja, 7 de algodón, 2 de papa, 1 de alfalfa y 1 de cártamo). Actualmente el 100 % de la soja y el algodón cultivados en nuestro país y el 97% del maíz, son organismos genéticamente modificados (ArgenBio, 2021). En relación a las características introducidas a las variedades transgénicas el 77% de los eventos aprobadas en Argentina exhiben tolerancia/resistencia a herbicidas (el detalle se muestra en el [ANEXO A](#)). Como puede deducirse, este modelo de producción implica un paquete agro-biotecnológico cerrado, integrado por los OGM y los plaguicidas, de modo tal, que el efecto de cada uno depende de la presencia del otro, generando por un lado un alto grado de dependencia de ambos insumos

---

<sup>5</sup> De acuerdo a Svampa (2013), los commodities en un sentido amplio, se refieren a «productos de fabricación, disponibilidad y demanda mundial que no requieren tecnología avanzada para su fabricación y procesamiento y cuyos precios se fijan internacionalmente». Para el caso de América Latina, la demanda de commodities está concentrada en productos alimentarios (maíz, soja, trigo), hidrocarburos (gas y petróleo), metales y minerales.

<sup>6</sup> No es el cultivo el que recibe la autorización, sino el evento de transformación genética. Un evento es una recombinación o inserción particular de ADN ocurrida en una célula vegetal a partir de la cual se originó la planta transgénica (ArgenBio, 2021).



tecnológicos y por el otro, una homogeneización del proceso productivo. Esto favoreció el control del paquete agro-biotecnológico por unas pocas empresas capaces de articular la adquisición, combinación y venta de estos componentes (Hernández, 2007; Poth, 2013). En la actualidad, son tres las empresas que dominan el mercado internacional de semillas: Bayer Crop Science (fusión Bayer-Monsanto), Corteva AgriScience (fusión Dow-Dupont) y ChemChina (fusión ChemChina-Syngenta). Además, dichas empresas son productoras de plaguicidas, reflejo del sistema alimentario mundial actualmente centralizado, altamente concentrado y corporativo (ETC, 2019). En lo que respecta al área sembrada con OGM, en Argentina la misma creció en forma sostenida desde su introducción hasta la actualidad (ArgenBio, 2021). Con 24 millones de hectáreas en 2019 (lo cual representa el 12,6 % de la superficie global de transgénicos), Argentina se posiciona como el tercer productor mundial de cultivos GM después de Estados Unidos (71,5 millones de Ha.) y Brasil (52,8 millones de Ha.) (ISAAA, 2019), concentrando estos tres países casi el 80% del área cultivada actual. En lo que se refiere a la distribución por tipo de cultivo, tanto global como nacional, la soja ocupa el primer lugar (Ablin y Paz, 2004).

### *Sojización*

La soja era conocida en la Argentina de 1867. A partir de 1970 y con mayor énfasis en la década del 90 las multinacionales de producción y comercialización de granos promocionaron el cultivo para incorporarlo al mercado internacional, lo que se tradujo en un aumento exponencial y sostenido de la producción nacional (Brailovsky y Foguelman, 2013). Para este cultivo, la Revolución Biotecnológica nombrada en el apartado anterior, significó la introducción del gen proveniente de una bacteria (*Agrobacterium tumefaciens*) el cual le otorgó a la planta la capacidad de codificar una enzima que le brindara resistencia a la acción del herbicida glifosato. Ese evento, patentado originalmente por la compañía norteamericana Monsanto (actualmente Bayer), dio lugar a la conocida soja RR -Round Up Ready-. Para ese entonces Monsanto ya dominaba buena parte del mercado mundial de los herbicidas con su producto más conocido, el Round Up, herbicida de amplio espectro, cuyo principio activo es el glifosato. La soja RR se convirtió en el primer cultivo GM aprobado y sembrado en nuestro país y en la punta de lanza de este nuevo modelo (Zuberman, 2014), consolidándose el fenómeno de sojización; denominación que recibe por concentrarse en

dicho monocultivo (Pengue, 2009). El proceso del agronegocio y particularmente la sojización se consolidó en el marco de un verdadero boom del extractivismo<sup>7</sup> en América Latina (Cáceres, 2015). Por su parte, la soja pasó de ser un cultivo marginal (con 30.470 Ha de superficie sembrada en 1970) a ser el cultivo que presenta la mayor superficie sembrada en la actualidad en Argentina (con 20.479.090 Ha en 2016); representando en dicha campaña más de la mitad (52%) de la superficie total sembrada en el país como se detalla en el [ANEXO A](#) (Estimaciones Agrícolas, 2019). La adopción del paquete tecnológico de la soja transgénica se llevó a cabo por primera vez en la región Pampeana, el núcleo histórico de la Argentina de la producción de agroexportación. Cubriendo las provincias centrales de Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba y La Pampa (Leguizamón, 2014). En la campaña 2016, el 87% de la producción de soja transgénica en Argentina se llevó a cabo en esta región, siendo Buenos Aires la provincia con mayor proporción de hectáreas cultivadas (5,98 millones), seguida por Córdoba (4,87 millones), Santa Fé (2,96 millones) y Entre Ríos (1,33 millones) (Estimaciones Agrícolas, 2019). La biotecnología posibilitó el desarrollo de variedades de soja que pudieron ser cultivadas en zonas que, por sus características ambientales y climáticas, no eran adecuadas para la producción a gran escala (Gras y Göbel, 2014). Esto permitió trascender las fronteras agropecuarias, avanzando sobre nuevos ambientes del Noroeste, el Noreste y el Oeste del país (como Chaco, Santiago del Estero y Salta) generando una "pampeanización" de sistemas ecológicos altamente frágiles. El proceso a su vez trascendió las fronteras internacionales y alcanzó ya al Oriente boliviano, Paraguay, sur del Brasil y Uruguay (Pengue, 2004b). Fue tal el fenómeno de sojización en el Cono Sur que en el año 2003 la corporación Syngenta publicó un aviso publicitario bautizando con el nombre "La República Unida de la Soja" a la región integrada por esos 5 países latinoamericanos (Grain, 2013). Siendo a su vez actualmente Brasil, Argentina y Paraguay, los máximos productores de soja en América del Sur, figurando además entre los seis máximos productores mundiales (CAPECO, 2020).

### *Consecuencias del modelo agrícola actual: las externalidades*

El modelo agrícola actual desarrollado en los apartados anteriores, es presentado como una única alternativa productiva (Pengue, 2004b), la cual prioriza cierto tipo de conocimientos y valores

---

<sup>7</sup> El extractivismo es un modelo político-económico e ideológico (Bauman, 2005) basado en la explotación intensiva a gran escala de recursos naturales (commodities), orientados preferentemente a la exportación (Göbel y Ulloa, 2014; Svampa, 2012). Si bien el extractivismo no es nuevo para la región, la reestructuración neoliberal de las últimas tres décadas significó un retorno a ese modelo (Leguizamón, 2016), proceso conocido como reprimarización de la economía (Giarracca y Teubal, 2013).

(Gras y Göbel, 2014). La aplicación del mismo, no redundó en una revolución tecnológica que contribuyera a paliar los actuales problemas alimentarios y ambientales (Pengue, 2004b), por el contrario, presenta numerosas fisuras estructurales (Svampa, 2012). Si bien en términos macroeconómicos puede resultar exitoso, su éxito es menos evidente cuando se consideran otros factores más allá de los indicadores económicos, tales como el bienestar social y ambiental, la sostenibilidad y la justicia (Leguizamón, 2014).

Una de las cuestiones destacables del modelo actual, es que no incorpora en su balance las externalidades<sup>8</sup> que él mismo genera (Pengue, 2017). Si bien se produjeron aumentos rápidos de la superficie cultivada y la productividad (Viglizzo y otros, 2010), la estrategia utilizada contempló la resolución de los conflictos ambiente-cultivo en un marco reduccionista, caracterizado por una alta simplificación y estandarización del manejo agrícola, tan recurrentemente discutidos por la bibliografía y la práctica agronómica alternativa (Pengue, 2002). Esta lógica productivista y de corto plazo, rompió la integración entre cultivos y sistemas ecológicos. Con su intervención contra natura, se sustituyeron los ciclos naturales de materia y flujos de energía, por sistemas lineales de producción industrial (Giraldo, 2018). Este nuevo enfoque de la agricultura, establece una fuerte dependencia con respecto al insumo importado, lo cual podría ocasionar, ante cualquier cambio coyuntural externo o interno, efectos sobre la autosuficiencia alimentaria atentando contra la soberanía alimentaria del país (Pengue, 2002).

La aplicación del paquete tecnológico (y principalmente de plaguicidas) ha decantado en una serie de problemas ambientales incluyendo impactos negativos en la integridad de los ecosistemas, contaminación ambiental (de agua, sedimentos, suelo, aire, biota, alimentos), erosión y pérdida de la estructura del suelo, agotamiento de los nutrientes, pérdida de la biodiversidad de especies animales y vegetales, pérdida de la calidad alimentaria e impactos negativos en la salud pública (Sarandón, 2002; Altieri, 2009; Leguizamón, 2014), constituyendo los plaguicidas un factor de riesgo para la salud humana, ya sea por intoxicación aguda, mediante inhalación, ingesta o absorción dérmica, o por la exposición crónica (Villaamil Lepori y otros, 2013).

Otra de las características del actual modelo es la especialización productiva (principalmente ligada al cultivo de soja). La misma, llevó a la reducción, el desplazamiento o el abandono de otras actividades agropecuarias (Gras y Göbel, 2014) lo que se tradujo en una pérdida de la diversidad

---

<sup>8</sup> Costo no incluido en las cuentas de una empresa, de un país o una región. La externalidad puede tener dos sentidos, positiva, cuando genera beneficios no considerados *a priori*, y negativa, cuando se refiere a daños (Pengue, 2009).

productiva nacional (Pengue, 2004b). En particular en nuestro país la soja avanzó sobre tierras dedicadas a la producción ganadera, tanto para carne como para leche, surgiendo sistemas de producción vacuna intensiva (“feed lot”). Al mismo tiempo, los cultivos típicos pampeanos como el maíz, el trigo o el girasol se estancaron o disminuyeron y en las zonas no pampeanas se desplazaron cultivos tradicionales como el algodón y el arroz (Gras y Göbel, 2014). Por otro lado, la expansión de la frontera agropecuaria trajo aparejadas modificaciones de escenarios ambientales como consecuencias del desmonte y la destrucción de praderas naturales, lo que llevó a la reconversión irreversible de los ecosistemas. Al mismo tiempo, se intensificaron los desalojos violentos de productores campesinos de subsistencia y poblaciones indígenas que habitaban los bosques y tierras fiscales, ahora disputados por los empresarios del agronegocio, desplazando la agricultura familiar y campesina las cuales poseen otras lógicas productivas (Gras y Göbel, 2014), proceso conocido también como “erosión cultural” (Sarandón, 2002). Este fenómeno se enmarca en un proceso más amplio que es la despoblación acelerada de las zonas rurales, causada no solo por la menor necesidad de mano de obra del actual modelo sino por el desplazamiento gradual de los agricultores en términos productivos y de autonomía. La necesidad de montos cada vez mayores de capital, obligó a entrar en una escala creciente de producción, provocando el endeudamiento y la desaparición de explotaciones, principalmente las pequeñas y medianas, cuya escala no les permitió adaptarse a las nuevas formas de producción, fuertemente intensivas en capital y tecnología (Larreche, 2014). Esto se tradujo en una disminución en el número (cantidad), y un aumento en el tamaño de las explotaciones, en un proceso de concentración de las tierras (Cadenazzi, 2008). En Argentina desaparecieron el 41% de las explotaciones agropecuarias (169.000 chacras) en sólo treinta años (entre 1988 y 2018) y al mismo tiempo aumentó la superficie promedio de las fincas (de 469 hectáreas a 690 hectáreas). El 1% de las explotaciones agropecuarias controla el 36,4% de la tierra, mientras que el 55% de las explotaciones (de menos de 100 hectáreas) cuenta con solo el 2,2% de la tierra (CNA, 2020). A su vez, se acentuó la separación entre propietarios y productores, y se volvieron centrales las nuevas figuras de los contratistas de servicios y maquinaria, y las nuevas sociedades de inversión y producción que surgieron en el sector agrario como los pools de siembra<sup>9</sup> (Posada e Ibarreta, 1998). Todas estas transformaciones

---

<sup>9</sup> Es un sistema empresarial transitorio que se dedica a la producción agropecuaria. Un fondo de inversión constituido por inversores particulares de diversos tamaños de capital y/o empresas, que contratan tierras de pequeños y medianos productores mediante el sistema de aparcería o mediería para explotar grandes superficies. Para ellos se contratan equipos de siembra, fumigación, cosecha y transporte, e incluye las etapas de comercialización y exportación (Sánchez, 2012).

han llevado al sector a convertirse en una “agricultura sin agricultores”, constituyéndose otro aspecto emblemático del nuevo modelo agrario implantado en el país (Teubal, 2003).

Los impactos descriptos hasta el momento, desencadenaron disputas sociales sobre la participación, control y distribución desigual, tanto de las ganancias como de los costos del agronegocio. Quienes más se benefician económicamente de la soja a lo largo de la cadena productiva no viven en general en los lugares de siembra y producción y están mejor posicionados para poder hacer frente a los costos y riesgos ambientales del cultivo de soja a corto, mediano y largo plazo (Grass y Göbel, 2014). Por el contrario, las poblaciones locales de las áreas núcleo del cultivo de soja, son las que menos beneficios reciben por la explotación de los recursos naturales de su entorno inmediato y resultan ser las más afectadas por los impactos ambientales y las transformaciones económicas y sociales que el agronegocio produce. Dichas localidades, denominadas pueblos fumigados<sup>10</sup>, emergen como una de las grandes externalidades del modelo productivo actual y se enmarcan en un proceso más amplio caracterizado por el surgimiento y propagación de conflictos socioambientales (Svampa, 2012); temática que se desarrollará más adelante.

## 2.2 PLAGUICIDAS: AGROTÓXICOS

*“la agricultura moderna tiene una adicción a los plaguicidas”*

Mc Ginn (2000)

### *Definición y denominaciones*

Los plaguicidas se presentan como uno de los elementos estructurantes del modelo agrícola hegemónico siendo, su uso intensivo y creciente, una de las principales características del modelo (Sarandón y Flores, 2014). De acuerdo al Organismo de Control y Regulación de Pesticidas del Reino Unido (COPR UK, 1986) y a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2002) estos se definen como: “cualquier sustancia, mezcla de sustancias o preparación usados para prevenir, controlar o destruir plagas, durante el proceso de siembra, cosecha, almacenamiento, transporte y comercialización”. Es importante señalar que las formulaciones de plaguicidas además del principio activo (sustancia que causa el efecto) incluyen

---

<sup>10</sup> Identidad empírica que expresa la realidad de comunidades que viven en pueblos del interior de la República Argentina y zonas peri-urbanas de las grandes ciudades, que sufren a diario las fumigaciones por agrotóxicos sobre los campos circundantes (Berger, 2016; Barri, 2010).

sustancias transportadoras y/o diluyentes como agua o solventes orgánicos, surfactantes, estabilizadores y colorantes (Anguiano, 2011) y en muchos casos, el potencial tóxico de estas sustancias en sí mismas puede resultar de semejante o mayor toxicidad que el propio principio activo (Pórfido, 2013).

Existen diversos términos para denominar a dichas sustancias. Entendiendo que el lenguaje responde a una construcción social e histórica, y que influye en nuestra percepción de la realidad y en nuestras prácticas, es lógico pensar que distintos nombres asignados a un elemento marcan distintos tipos de relaciones. Esto ocurre con los plaguicidas que son llamados de diferente manera por los distintos sectores o grupos involucrados en su fabricación y uso (Souza Casadinho, 2015). Las más frecuentes son: fitosanitarios, agroquímicos, agrotóxicos, plaguicidas, biocidas. “Fitosanitario” es un compuesto de raíz griega *fito*, que significa planta o vegetal, y la latina *sanita* que significa salud. Por tanto, se lo define como un producto destinado a proteger o mejorar la salud de las plantas. Dicha definición corre la mirada del objetivo primordial (en este caso del fitosanitario) que es eliminar el organismo que estaría perjudicando al cultivo principal y, por lo contrario, se centra en el “bienestar” del cultivo (Etchegoyen y Stimbaum, 2018). Por otro lado, la neutralidad pretendida con el nombre fitosanitario evita que el usuario tome una real dimensión del carácter tóxico del producto y de los problemas derivados de su uso (Souza Casadinho, 2000). “Agroquímico” y “agrotóxico” tienen la misma raíz, *agro*, prefijo que significa campo, indicando que son compuestos utilizados en la actividad agrícola. Con el término “agroquímico” se define al compuesto como una sustancia química sin atribuirle ninguna característica particular, incluyendo a su vez tanto a los plaguicidas como a los fertilizantes químicos. “Agrotóxico” hace referencia a una sustancia a la cual se le asocia cierto grado de peligrosidad ya que son considerados como productos intrínsecamente tóxicos (Butinofa y otros, 2019). Según Merlinsky (2013) agrotóxico es comúnmente utilizado por una multiplicidad de actores que manifiestan la postura precautoria en el conflicto por fumigaciones. La misma expresa que existe suficiente evidencia de que estos compuestos representan un riesgo para la salud humana y el ambiente<sup>11</sup>. En contraposición la postura denominada pragmática expone que, si los agroquímicos/fitosanitarios son utilizados de manera correcta, los riesgos para la salud humana y el ambiente no existen o son muy bajos. Los principales actores que lo utilizan son algunos organismos públicos, grandes compañías

---

<sup>11</sup> La autora de la presente tesis se identifica con la postura precautoria. Por lo que se utilizará el término agrotóxico para referirse a dichos compuestos. En ocasiones se los designará también como plaguicidas, por considerarse el término utilizado universalmente en el sistema científico académico y en particular cuando se haga referencia a los principios activos analizados.

transnacionales y organizaciones privadas vinculadas al sector, tales como entidades de productores, cámaras de fertilizantes, industrias de agroquímicos y servicios relacionados. El término “plaguicida” tiene el sufijo *icida*, el cual proviene de la raíz latina *caedere* (= matar), indicando que es una sustancia diseñada específicamente para eliminar determinado organismo vivo considerado como plaga<sup>12</sup> (García, 2008; Etchegoyen y Stimbaum, 2018). Esta denominación sugiere que las plagas pueden ser distinguidas de los organismos no blanco (aquellos que no son considerados la plaga a combatir). Sin embargo, la “especificidad” de los agrotóxicos es muy cuestionada, ya que existen diversos estudios ecotoxicológicos que demuestran severos impactos adversos sobre los organismos no blanco (García, 2008). De aquí se desprende el concepto de “biocidas”, denominación general que reciben por poseer potencial para dañar a otras formas de vida además de la plaga, afectando negativamente al ecosistema en su conjunto (Zacharia, 2011; Carson, 1962).

### *Consumo*

En sus inicios, el bajo costo de los plaguicidas, su fácil aplicación, el desconocimiento y la falta de conciencia acerca de su impacto sobre el ser humano y los ecosistemas, facilitaron su difusión de manera sorprendente (Sarandón, 2002). Entre 1989 y el año 2016 (período donde se cuenta con datos provenientes de la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), el consumo de formulaciones de agrotóxicos (en millones de u\$) aumentó un 930%, lo que equivale a más de 320 millones de litros/kilos de agrotóxicos esparcidos a lo largo y ancho de Argentina en el año 2016<sup>13</sup> (INTA, 2012; CASAFE, 2016). Para el mismo período analizado la superficie cultivada total aumentó un 92% y el rendimiento de los cultivos un 82% (Estimaciones Agrícolas, 2019). El detalle de los valores y tendencias se pueden ver en el [ANEXO A](#). Sin pretender realizar un análisis simplista de las tendencias, lo que demuestran dichas cifras, es que las transformaciones que ha sufrido el sector agrario vienen de la mano principalmente del incremento en el uso de agrotóxicos, incremento que no se refleja con la misma

---

<sup>12</sup> Ningún organismo es plaga *per se*. En sentido amplio y desde una concepción antropocéntrica se habla de plaga cuando un animal, una planta o un microorganismo, aumenta su densidad hasta niveles anormales y como consecuencia de ello, afecta directa o indirectamente a la especie humana, ya sea porque perjudique su salud, su comodidad, dañe los cultivos, la actividad forestal o ganadera (Bretchel, 2004).

<sup>13</sup> A través de la sistematización de datos en base a información de las empresas y a los datos recogidos de los diarios donde se publicita el agronegocio, se estimó que durante el año 2018 llegaron a usarse 525 millones de L/Kg de agrotóxicos en todo el territorio nacional (Acción por la biodiversidad, 2020).

magnitud en el rendimiento de los cultivos. Por otro lado, si solo se considera la superficie sembrada con soja, se puede observar que el aumento en el mismo período de tiempo fue del 339%, indicando como se dijo anteriormente una pérdida de la diversidad productiva nacional. Es de esperar entonces, que el crecimiento de la utilización de agrotóxicos en el país esté vinculado en gran medida con la producción de soja y la utilización, principalmente, del herbicida glifosato (Pengue, 2000). El mismo representó para el año 2014 el 62% de la cantidad comercializada en el país, siendo los herbicidas el principal segmento del mercado de agrotóxicos, representando el 87% medido en volumen y el 71% en facturación (ver detalle en [ANEXO A](#)) (CASAFA, 2014). Los números reflejan también la incapacidad del modelo de agricultura para enfrentar las respuestas adaptativas de la naturaleza, como el surgimiento de resistencia<sup>14</sup> a herbicidas en las plantas. El alto consumo de plaguicidas, se traduce a su vez, en la existencia de más de 460 ingredientes activos diferentes y 5100 formulados según se menciona en el registro nacional de terapéutica vegetal (SENASA, 2020). Estas cantidades nos posicionan a su vez, como el primer país con mayor dosis promedio de aplicación por habitante del mundo, con casi 8 L/Kg por persona/año; en el segundo lugar de mayor utilización de herbicidas por hectárea en sus sistemas productivos y en el tercer país en el mundo de mayor consumo de agrotóxicos (REDUAS, 2013; Rigotto y otros, 2014; Aparicio y otros, 2015).

### *Riesgos Asociados*

El riesgo de manera general, se define como la medida de la probabilidad de que ocurra daño o efectos adversos en un individuo o comunidad como resultado de la exposición a un peligro (EPA, 2001). El riesgo ambiental se define como la posibilidad de ocurrencia de un evento adverso o catastrófico, que da lugar a un proceso de degradación ambiental que altera el ecosistema y que puede afectar la salud de la población. Esta posibilidad resulta de la relación entre dos dimensiones: la amenaza del factor desencadenante y la vulnerabilidad del sistema social y del resto de los elementos del ecosistema. El riesgo ambiental puede tener factores desencadenantes del tipo natural

---

<sup>14</sup> La Sociedad Americana de malezas (Weed Science Society of America) define la resistencia a herbicidas como la habilidad hereditaria que algunos biotipos dentro de una población adquieren para sobrevivir y reproducirse a determinada dosis de un herbicida, a la cual la población original era susceptible. Se asume que cualquier población de malezas puede contener biotipos resistentes en baja frecuencia y que el uso repetido de un mismo herbicida o de herbicidas con el mismo modo de acción, expone a la población a una presión de selección que conduce a un aumento en el número de individuos resistentes (Gressel y Segel, 1978).



o antrópico, y ser de velocidad lenta (contaminación crónica) o repentina (de tipo accidental) (DPN, 2010).

Según Ulrich Beck (1998) se pueden diferenciar aquellos riesgos asociados al acceso a los servicios ambientales (típicamente conflictos de la sociedad de clase) de aquellos que resultan de los avances tecnológicos; donde *“la incorporación tecnológica para la producción social de riqueza va acompañada sistemáticamente por la producción social de riesgos con un alto grado de incertidumbre”*. Estos riesgos ambientales caracterizan a la denominada “sociedad del riesgo”. Ulrich Beck la define como aquella sociedad que ha de enfrentarse a los desafíos de una posibilidad, oculta al principio y cada vez más visible después, que ella misma ha creado. La expansión de dichos riesgos no rompe con la lógica del desarrollo capitalista, sino que más bien la eleva a un nuevo nivel. Si bien afectan (por lo menos más visiblemente) a los menos beneficiados socialmente, afectan también a quienes los producen o se benefician de ellos. Aquí, la sociedad de clase y la sociedad del riesgo coexisten dando lugar a una situación de mayor complejidad, que en algunos casos puede potenciar el riesgo ambiental (DPN, 2010).

En este marco el paquete tecnológico asociado al actual modelo agrícola y en particular los agrotóxicos, son un ejemplo de los riesgos descritos por Beck (Aijón Abadal y otros, 2007). La historia en el desarrollo de los plaguicidas es una prueba de esto y un caso paradigmático lo constituye el DDT. En 1948 el químico Paul Müller, recibió el premio Nobel por haber desarrollado el insecticida organoclorado dicloro difenil tricloroetano (DDT) (Sarandón, 2002). Dicho insecticida fue inicialmente aplicado para combatir enfermedades graves que aquejaban a las sociedades de la época como la malaria, pero rápidamente fue recomendado y utilizado en múltiples actividades (producción de carnes, frutas, verduras, en la industria y hasta uso doméstico). La revista Time de 1947 promocionaba la utilización del agrotóxico con la famosa propaganda *“DDT is good for me-e-e” “Helps to make healthier and more comfortable homes... protects your family from dangerous insect pests”* (Ayuda a hacer más saludables y cómodos los hogares... protege a tu familia de las plagas de insectos peligrosos). En 1962 la científica Rachel Carson a través de su libro Primavera Silenciosa, denunció los efectos nocivos del insecticida en el ambiente y la salud, hito que desencadenó una serie de estudios que dieron lugar a que en 1972 la Agencia de Protección ambiental de los Estados Unidos (EPA) prohibiera el uso del DDT. Casi 20 años más tarde el insecticida es prohibido en la Argentina (SENASA 1990, Decreto 2121) y en el 2001 el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) firma el acuerdo

internacional “Convenio de Estocolmo” donde obliga de manera urgente a eliminar el uso de 12 contaminantes orgánicos persistentes denominados “la docena sucia” por ser considerados altamente peligrosos para la salud de las poblaciones; entre ellos se encontraba el DDT. Cabe destacar que 9 de aquellos 12 productos químicos fueron desarrollados y promovidos como plaguicidas para su uso en la agricultura. Frente a este escenario que se replica actualmente, García (2008) expresa que *“El tiempo nos ha demostrado que en materia de plaguicidas lo que ayer se consideraba “seguro” o “poco tóxico”, hoy no lo es; así bien, lo que hoy se considera seguro, quizás mañana no lo sea”*. Al respecto el conocido filósofo de la ciencia Karl Popper nos recuerda que: *“La verdad es precaria porque la ciencia es falible, ya que los humanos lo somos; Y si se llegan a certezas, hay que ser prudentes y estar dispuestos a revisiones y enmiendas, flexibles ante quienes impugnan las verdades establecidas”* (Vargas Llosa, 1992). Actualmente, la sociedad es cada vez más consciente de que determinados daños podrían evitarse no desarrollando la técnica que causó el daño o retardándola hasta que sus riesgos resulten conocidos (Díaz de Terán, 2007). En particular, en nuestro país, los actores sociales que encabezaron y encabezan este rol son los habitantes de las localidades inmersas en el sistema agroproductivo, que perciben a las prácticas de manejo y aplicación de agrotóxicos como un riesgo latente para su salud y el ambiente (Aijón Abadal y otros, 2007). A su vez, un estudio realizado por la OMS (2002) clasifica a los plaguicidas como riesgosos con un alto grado de incertidumbre y temor<sup>15</sup>, reforzando dicha percepción. Por último, Beck plantea que es necesario hacer frente a los riesgos de manera social y no meramente técnica, a través de la denuncia y el reconocimiento de las contradicciones políticas y económicas del sistema y la creación de movimientos sociales.

## **2.3 CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES, AMBIENTE Y COMPLEJIDAD AMBIENTAL**

En esta misma dirección, lo planteado por Beck se hizo tangible en América Latina a comienzos del siglo XXI, con el aumento del número de conflictos socioambientales que fueron surgiendo a

---

<sup>15</sup> Se realizó un análisis de los riesgos mundiales para la salud, donde se evaluó la percepción de 90 peligros diferentes. Los peligros se clasificaron según el grado de “temor” que inspiraban y el grado de tipificación como “riesgo desconocido”. Cuanto mayor es el grado de “temor” y más alta la percepción de un riesgo como “desconocido”, más son las personas que desean que se tomen medidas para reducir ese riesgo, en particular mediante medidas de regulación y controles legislativos más estrictos, como sucede con los plaguicidas. En dicho estudio se comprobó a su vez que la modificación genética de los alimentos es otro causante de gran temor, por el riesgo que puedan ocasionar en las generaciones futuras (OMS, 2002).

medida que más comunidades se organizaron para resistir los proyectos extractivistas promovidos por gobiernos y corporaciones bajo la lógica neoliberal (Martínez Alier, 2014). Como se dijo anteriormente Argentina no escapó de este escenario de conflictividad que tomó gran relevancia pública a inicios del 2000.

### *El movimiento ambiental en Argentina: evolución histórica y origen de los conflictos*

La visibilización y relevancia pública de los conflictos, se vincula de manera general con la toma de conciencia ambiental no solo en nuestro país sino en el mundo, y en particular con el movimiento del ambientalismo nacional, cuya historia está intrínsecamente relacionada con la coyuntura política del país.

Hacia la década de 1960 emergieron diversos movimientos pacifistas a escala mundial, principalmente en Europa y Estados Unidos, que comenzaron a manifestar la percepción respecto de la destrucción de la naturaleza asociada al concepto de progreso, configurándose una conciencia ambiental sobre los límites al crecimiento económico. Dicha conciencia se expandió mundialmente en 1972, con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente celebrada en Estocolmo donde se planteó la necesidad de dar bases de sustentabilidad ecológica y de equidad social al proceso de desarrollo (Leff, 2004). En particular, en Argentina, durante los años 70 se constituyó la Secretaría de Medio Ambiente, pero la conciencia ambiental estaba muy lejos de la consideración pública. Finalizado el proceso militar y durante los primeros años de la democracia, organizaciones ambientales y ecologistas adquirieron mayor visibilidad, conformándose a mediados de la década del 80 la Red Nacional de Acción Ecologista (RENACE) que aglutinó a muchas organizaciones no gubernamentales alertadas por problemáticas sociales y ambientales (Gutiérrez, 2009). Con el correr de los años 90 y en particular luego de la crisis del 2001<sup>16</sup>, se desencadenó un verdadero colapso institucional. El vacío de representatividad generó nuevas formas de organización que, a diferencia de otros momentos históricos, alcanzaron gran visibilización y legitimidad, constituyéndose asambleas populares barriales. En este escenario, **las problemáticas ambientales no fueron la excepción** (Wagner, 2010a). El contexto sociopolítico y las consecuencias negativas de las políticas neoliberales constituyeron el caldo de cultivo para

---

<sup>16</sup> Crisis socioeconómica que sufrió la Argentina, donde confluyeron diversos hechos como saqueos, cacerolazos, represión y movilización popular, y la cual se cristalizó en una crisis política que condujo a la sucesión de 5 presidentes en pocos días (Wagner, 2010a).

un movimiento ambiental integrado no solo por personas preocupadas por el futuro sino por personas perjudicadas por problemas presentes (Gutiérrez, 2009), reconfigurándose de esta forma el ambientalismo nacional (Merlinsky, 2013). Comenzaron a emerger y proliferar conflictos socioambientales, los cuales tomaron relevancia en la agenda pública nacional (Robledo y Lumerman, 2009). Se forjaron nuevos actores sociales guiados por el deseo de saber y de justicia (Leff, 2000), surgiendo nuevas organizaciones y movimientos socioambientales, rurales y urbanos, de carácter policlasista, colectivos culturales, organizaciones de intelectuales y expertos (Castro y Arqueros 2018).

La resistencia a la minería a cielo abierto, a la explotación petrolera, la oposición a nuevas instalaciones de rellenos sanitarios, a las empresas de pasta de celulosa, el movimiento en contra de la contaminación por agrotóxicos, el debate en torno a la sanción de la ley de protección de bosques nativos y la ley de glaciares, constituyeron las caras más visibles de dichas organizaciones (Merlinsky, 2013). Los primeros conflictos que cobraron gran magnitud, y que se constituyeron en ejemplos emblemáticos (Antón y otros, 2011) fueron por un lado, el originado en el año 2002 en la ciudad de Esquel, provincia de Chubut, donde sus pobladores se opusieron a la instalación de un proyecto megaminero metalífero y, por otra parte, el que se inició en el 2004 en la provincia de Entre Ríos, contra la instalación de plantas de celulosa en la ciudad uruguaya de Fray Bentos, sobre el Río Uruguay, “el caso papeleras de Gualeguaychú” (Wagner, 2010a). En particular, el movimiento de Esquel se convirtió en el antecedente de otras movilizaciones en la Patagonia argentina y jugó un rol clave en la formación de redes nacionales y en la constitución de la Unión de Asambleas Ciudadanas contra el saqueo y la contaminación y a favor de la vida en Argentina (UAC). La misma nació en julio del 2006 y nucleó a diversas asambleas, grupos de vecinos autoconvocados y organizaciones, autónomas de los partidos políticos y el Estado, reunidas en defensa los bienes comunes, la salud y la autodeterminación de los pueblos con el propósito de articular y potenciar las diferentes luchas que se gestaron no solo en el país sino en América Latina (UAC, 2018).

### *Paren de fumigar*

La problemática del uso de plaguicidas y su consecuente impacto socio ambiental es un proceso de larga data que se fue resignificando en el tiempo, relacionado con modificaciones en los componentes de la estructura agraria, en la estructura productiva y el desarrollo tecnológico, pero

también con cambios y disputas en los territorios en conflicto. Como consecuencia del uso especialmente de los herbicidas como el 2,4 D y los insecticidas clorados como el DDT y el Clordano, y el fosforado Paratión entre los años 50 y 80 empezaron a aparecer los problemas derivados del uso de los mismos circunscriptos a áreas productivas concretas como el algodón en el Chaco y la fruticultura del alto valle (Souza Casadinho, 2015). Ya en la década del 90 la problemática empezó a visualizarse en la Región pampeana junto con la expansión de los monocultivos. Como uno de los primeros antecedentes en lo que respecta a las organizaciones socioambientales en la lucha contra al agronegocio, se constituyó en 1996 un espacio de diálogo y debates multidisciplinarios crítico del modelo agrario biotecnológico denominado Grupo de Reflexión Rural (GRR) integrado por un grupo de académicos y activistas con sede en Buenos Aires (GRR, 2013). Unos años más tarde, en el 2002, emergió en el conurbano de la capital de Córdoba un conjunto de madres argentinas del barrio Ituzaingó Anexo, quienes fueron las primeras en oponerse a los agrotóxicos, denunciando explícitamente la fumigación como un riesgo a la salud. Tras años de movilización lograron llevar a juicio a dos productores y un aplicador aéreo de los campos lindantes al barrio, que en 2012 fueron condenados a prisión no efectiva y multas por infringir la ley Nacional de Residuos Peligrosos y la Ley Provincial de Fitosanitarios; sentando este fallo un fuerte precedente para este tipo de conflictos (Aranguren y Martínez, 2015). Las Madres del Barrio Ituzaingó en el año 2006 en coordinación con el GRR organizaron una campaña contra las fumigaciones, denominada «Paren de Fumigar» (Leguizamón, 2016). La lucha y el reclamo de las Madres fue escuchada por el Doctor Andrés Carrasco<sup>17</sup>, quien en el año 2009 se acercó directamente al Barrio Ituzaingó para divulgar los hallazgos detectados por su grupo de investigación (Tucci, 2020). *“El estudio fue la tapa del diario Página 12 en abril de 2009. La noticia: el glifosato, el químico pilar del modelo sojero, era devastador en embriones anfibios. Nada volvió a ser igual. Organizaciones sociales, campesinos, familias fumigadas y activistas tomaron el trabajo de Carrasco como una prueba de lo que vivían en el territorio”* (Aranda, 2014).

---

<sup>17</sup> Andrés Eduardo Carrasco (1946-2014), militante, médico, embriólogo molecular y neurocientífico, fue presidente del CONICET y director del Laboratorio de Embriología Molecular de la Facultad de Medicina (UBA). Demostró el mecanismo por el cual el Glifosato interfiere en la regulación del Ácido Retinoico, inhibiendo la expresión de los genes responsables de la organogénesis, provocando malformaciones congénitas (Paganelli y otros, 2010). Andrés Carrasco, dejó la comodidad academicista al revelar el daño de los agrotóxicos en la salud. Puso en jaque al sistema científico subvencionado por el Estado en connivencia con las empresas, en un país basado en el modelo del agronegocio. Perseguido y difamado por la prensa, valorado y respetado por el pueblo (Tucci, 2020).

Por su parte, la campaña «Paren de Fumigar» se propuso como objetivo concientizar y promover la organización de las comunidades afectadas por agrotóxicos, difundir y apoyar las actividades de los vecinos autoconvocados que ya se encontraban organizados en defensa de su salud y el ambiente, y realizar un mapeo de los pueblos afectados por el agronegocio (Cuenca y otros, 2010). Desde entonces un sinnúmero de organizaciones (muchas de las cuales articulan a través de la UAC) de distintas poblaciones afectadas por los agrotóxicos a lo largo y ancho del país se han unido a la demanda y se encuentran nucleados bajo el lema **Paren de fumigar**, donde a través de la organización y el desarrollo de una epidemiología comunitaria se hace frente al modelo económico del agronegocio (Barri, 2010). La “epidemiología popular o comunitaria”, surge como un nuevo campo en el cual son los propios ciudadanos los que llevan a cabo un trabajo disciplinado de relevamiento de los casos de personas afectadas que bien podría, o quizá debería, haber sido llevado a cabo por las instituciones reconocidas, pero no lo fue (Funtowicz y Ravetz, 1993). La mayoría de los miembros del Paren de Fumigar viven en zonas rurales rodeados de campos agrícolas, pero no se benefician directamente con la agricultura. Lo conforman ciudadanos (maestros, estudiantes, abogados, amas de casa) que se identifican como vecinxs autoconvocados (Leguizamón, 2016). Dicha categoría enfatiza la autonomía política del movimiento, que se caracteriza por la horizontalidad en los criterios de participación, donde las disputas se presentan en escenarios locales, ejerciendo una presión mayor sobre los gobiernos provinciales y los municipios (Merlinsky, 2013). En este contexto es que se forma también en el año 2010 la Red Universitaria de Ambiente y Salud, con el objetivo de coordinar y potenciar el trabajo de investigación científica, asistencia sanitaria y divulgación de los médicos de pueblos fumigados (REDUAS, 2010).

### *Resignificando lo Ambiental: conceptos y definiciones*

#### Ambiente

Como se puede interpretar de lo expuesto hasta el momento, **los conflictos socioambientales comprometen la dimensión integral del concepto de ambiente**<sup>18</sup> (Robledo y Lumerman, 2009). Se suele identificar el dominio de lo ambiental con el campo de lo natural, cuando precisamente

---

<sup>18</sup> Se habla de “Ambiente” y no “Medio Ambiente”, entendiendo a este último concepto como una repetición o redundancia etimológica (Federovisky, 2007)

concierna a la relación sociedad-naturaleza. Justamente la dificultad para entender que los asuntos ambientales son socialmente contruidos tiene que ver con haber olvidado el carácter histórico de dichas relaciones (Brailovsky y Foguearán, 2013) y con la forma moderna en que se han compartimentado los problemas excluyendo al ser humano de la naturaleza (Wallerstein, 2008) y más aún desnaturalizando (o artificializando)<sup>19</sup> a la misma (Souza Casadinho, 2018).

El concepto de ambiente experimentó cambios en su significado a lo largo de la historia ya que es en sí mismo, una construcción social (Gutiérrez, 2009) que engloba a todos los elementos y relaciones que se encuentran dentro de la biósfera (Reboratti, 2000) abarcando aspectos sociopolíticos, económicos, ecológicos y culturales (Galafassi y Zarrilli, 2002) incluyendo al sistema social con todas sus complejidades (DPN, 2010). Este nuevo enfoque, al cual se adhiere en el presente trabajo, ha tomado fuerza en las últimas décadas del siglo XX.

Actualmente, el denominado ambientalismo está auto-cuestionándose y/o siendo cuestionado por organizaciones que no quieren ser reconocidas bajo ese término, separándose de las corrientes que instalaron la idea de un ambientalismo ligado a la conservación de la naturaleza prístina<sup>20</sup>. Por el contrario, sí aceptan o autoproclaman la denominación “socioambiental”. Este término, busca enfatizar la concepción de que los problemas ambientales son, en su génesis y en sus consecuencias, problemas sociales (Leff, 2006), reafirmando que el ambiente resulta una construcción sociopolítica (Gutiérrez y otros, 2017). Si bien se podría utilizar la denominación “movimiento ambiental”, considerando el ambiente como un concepto holístico, la historia del concepto llevaron a estos movimientos a rechazar esta acepción (Wagner, 2010b), instalándose la palabra socioambiental en la cultura popular.

### Conflicto socioambiental

Existen numerosas definiciones de conflicto social, ambiental y socioambiental, enmarcadas en diversas líneas de pensamiento. Sobre la base de la resignificación expuesta anteriormente y del análisis crítico de la bibliografía consultada, se propone definir al conflicto socioambiental como un *tipo particular de conflicto social que nace de un proceso de transformación ambiental* (Folchi

---

<sup>19</sup> La naturaleza se convirtió en objeto de dominio de las ciencias y la producción al tiempo que fue externalizada de la sociedad y en particular del sistema económico, desconociendo su orden complejo (Leff, 2006).

<sup>20</sup> Para profundizar sobre dichas corrientes (naturalistas, ecoeficientes, conservacionistas) se recomienda leer lo que el autor Joan Martínez Alier denomina “el culto a lo silvestre”.

Donoso, 2001; Walter, 2009). Esta definición se sustenta en la premisa que “no existe conflicto ambiental sin dimensión social” (Fontaine, 2004). Los conflictos sociales son procesos (es decir, no son estáticos, sino que tienen un desarrollo temporal) de interacción colectiva; y hacen referencia a una dinámica de oposición, controversia, disputa o protesta de actores en el ámbito público (Santandreu y Gudynas, 1998). Dicha controversia se deriva de formas diversas, y muchas veces antagónicas de valorización de la naturaleza (Leff, 2006), las cuales expresan diferentes concepciones sobre el territorio, la naturaleza y el ambiente y de manera general en lo que se entiende por desarrollo. Es decir, un conflicto socioambiental, resulta de las incompatibilidades reales o percibidas en torno al control, uso y acceso al ambiente donde las comunidades directamente afectadas son las involucradas, las cuales se manifiestan a través de diversas movilizaciones y acciones colectivas o individuales a nivel político, social y económico (Ramírez Hernández, 2009; Orellana, 1999). Otra de las particularidades de este tipo de conflictos, es que se dan en contextos de gran asimetría de poder y se caracterizan por su multidimensionalidad y multiescalaridad; involucrando por lo general un entramado de actores sociales, económicos y políticos, locales, regionales, estatales y globales (Svampa, 2012). Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, se puede apreciar que las problemáticas y conflictos socioambientales presentan una **complejidad inherente a su naturaleza** (Wagner, 2010b).

## **2.4 EL ABORDAJE DE LOS CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES DESDE LA COMPLEJIDAD**

*La complejidad ambiental no emerge solo de las relaciones ecológicas, sino del mundo tocado y trastocado por la ciencia, por un conocimiento objetivo, fragmentado, especializado. No es casual que el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad surjan al mismo tiempo que se hace manifiesta la crisis ambiental, pues el fraccionamiento del conocimiento y la destrucción ecológica son síntomas del mismo mal civilizatorio*  
(Leff, 2000)

Los nuevos problemas ambientales de la sociedad del riesgo y en particular el abordaje de los conflictos socioambientales, excedieron las categorías de las teorías clásicas (Galafassi y Zarrilli, 2002). La multidimensionalidad de los mismos exigió procedimientos que buscaran abarcar e integrar la pluralidad de perspectivas legítimas, muchas de ellas contradictorias y no reducibles unas a las otras (Funtowicz, 1994). Emergió de esta forma, la necesidad de un cambio de paradigma



en la manera de producir ciencia y construir conocimiento, que obligó a desarrollar nuevos marcos conceptuales y metodológicos que contemplen dicha complejidad (Hidalgo, 2015).

### *Cambio del paradigma científico*

La respuesta del sistema científico moderno (fundado en una visión reduccionista y positivista<sup>21</sup>) ante la complejidad del mundo y en particular de la crisis ambiental, fue compartimentarse en disciplinas cada vez más aisladas unas de otras. El avance de la especialización llevó a olvidar el carácter histórico de las relaciones entre la ciencia y la cultura (Brailovsky y Foguelman, 2013; Wallerstein, 2008). Frente a este escenario, fue necesaria la configuración de un campo de estudio **interdisciplinario** (Merlinsky, 2009), ya que se esclareció la idea de que ninguna disciplina aislada proporcionaba una perspectiva suficiente para abordar las problemáticas ambientales (Carrasco y otros, 2012). La complejidad demandó a su vez, la generación de un **conocimiento transdisciplinario**, que trascienda la comunicación entre las disciplinas disponibles para incorporar el conocimiento de los actores locales (De Souza Silva y otros, 2005), a través de metodologías **participativas**. Las mismas buscan asociaciones entre los actores, en un **diálogo de saberes**; siendo necesario para esto, extender la noción del conocimiento reducida al conocimiento científico (Hidalgo, 2015). En este marco, el nuevo enfoque cuestiona la autoridad que se le asigna a la ciencia, poniendo límites a una ideología tecnocrática que deja en manos de los expertos las decisiones sobre problemas que afectan a toda la sociedad (Massarini y Schnek, 2015). Obliga a que el científico contribuya con su **conocimiento especial, diferente, pero no dominante**, y a que la ciencia se presente como un enfoque complementario entre otros (Funtowicz y Ravetz, 1993). Es en este marco que la ciencia se define como una **construcción social y colectiva**, ya que el conocimiento producido está situado histórica y geográficamente, y por tanto resulta de los valores y las tensiones presentes en la sociedad que lo produce (Carrasco y otros, 2012). El contexto sociohistórico, determina, o al menos condiciona, la producción y legitimación del conocimiento científico; en contraste a la visión convencional que la presenta como un cuerpo de conocimiento objetivos, universales y neutrales (Massarini y Schnek, 2015). Asumir que la tarea y producciones

---

<sup>21</sup> El positivismo es la escuela filosófica, que reconoce como único conocimiento auténtico al conocimiento denominado "científico", y que el mismo sólo puede surgir de la afirmación positiva de las teorías a través de lo que se denomina "método científico" (Carrasco y otros, 2012). El positivismo asume la existencia de una realidad objetiva e independiente de la percepción humana, aleja el "investigador" del "objeto" de la investigación y al "objeto" de su "contexto", asume la neutralidad porque asegura la no-intervención de valores e intereses humanos, afirmando que solo la razón es la fuente de la acción (de Souza Silva y otros, 2005).

científicas son neutrales, implica aceptar que las decisiones políticas, las consecuencias sociales y los aspectos éticos quedan confinados exclusivamente al ámbito de las aplicaciones (Arancibia y otros, 2018). Por otro lado, la ciencia moderna creó la impresión de que la realidad es relativamente estable y puede ser conocida con precisión (De Souza Silva y otros, 2005). Los nuevos enfoques buscan romper esa lógica, asumiendo a su vez la paradoja de que las propias prácticas derivadas de la tecnociencia<sup>22</sup> son una de las más importantes productoras mundiales de la **incertidumbre** (Funtowicz e Hidalgo, 2008). Un caso particular de esto, se ve expresado en las problemáticas socioambientales en donde la tecnociencia está involucrada en el origen o incluso es una de las principales causas del problema planteado (Massarini y Schnek, 2015), como es el conflicto por los agrotóxicos.

Frente a este escenario, *la metodología científica para abordar los conflictos socioambientales no puede ser la misma que ayudó a crearlos* (Funtowicz y Ravetz, 1993). Dichos autores proponen lo que han de llamar como Ciencia Posnormal (CPN); en la búsqueda de una metodología de investigación que sea apropiada para las condiciones contemporáneas caracterizadas por hechos inciertos, valores en disputa y decisiones urgentes. Su propuesta pretende seguir un nuevo rumbo hacia una ciencia que no ignore las consecuencias político-ideológicas del uso de la misma y sus resultados (Costa y otros, 2000). En sintonía con la CPN, se encuentran las metodologías constructivistas (De Souza y otros, 2005) y la Investigación-Acción participativa (IAP). Esta última, se trata de un abordaje metodológico que tiene como objetivo la expansión del conocimiento, el estímulo de la acción y la generación de cambios, transformando el papel de los que habitualmente participan como sujetos de la investigación e involucrándolos como investigadores activos y agentes de cambio (Loewenson y otros, 2014). La IAP se caracteriza por facilitar a los actores sociales un mayor conocimiento de su propia situación, para que en base a sus necesidades y expectativas puedan participar activamente en la planificación de intervenciones. Es una metodología de acción comunitaria que integra dos dimensiones: la investigación de la realidad y la acción sobre la situación investigada; consideradas ambas dimensiones inseparables, ya que abordan tareas similares y/o complementarias, orientadas a un único fin: el mejoramiento de las condiciones de vida (OPS, 1999).

---

<sup>22</sup> En las últimas décadas se ha generalizado la noción de que la distinción entre ciencia y tecnología es difícil de sostener, dado que el desarrollo de la ciencia actual está íntimamente vinculado con sus aplicaciones tecnológicas; lo que ha llevado a plantear a este nuevo cuerpo de conocimiento integrado como tecnociencia (Massarini y Schnek, 2015).

En las metodologías recién nombradas, la interacción del investigador con los actores del contexto de la investigación es obligatoria para la interpretación y transformación de su realidad, proporcionando así, una concepción de la Ciencia más democrática y emancipadora (Costa y otros, 2000).

## **2.5 CIENCIA Y SOCIEDAD: El aporte de las ciencias ambientales en el conflicto socioambiental**

---

Muchas sociedades entendieron que la ciencia hizo aportes relevantes a muchos de los avances de la humanidad, pero al mismo tiempo creó desigualdad y vulnerabilidad (De Souza Silva y otros, 2005). Ya que no ha escapado a los avances de la lógica mercantil y se construyó en gran medida al servicio del capital y no de las necesidades de la sociedad (Lander, 2008). En este sentido el nuevo paradigma científico descrito en la sección anterior apuesta a la construcción de una **ciencia con el pueblo**; una ciencia que asume que el conocimiento contextualmente generado es un conocimiento socialmente comprometido, una ciencia practicada desde y con la sociedad, que como parte de ella contribuye a sus transformaciones esenciales (Costa y otros, 2000). Una ciencia que busca reemplazar la secuencia mecánica y lineal donde unos generan, otros transfieren y muchos adoptan, por la **apropiación social del conocimiento** por parte de los actores interesados durante el mismo proceso de su generación. Y este cambio se ha generado principalmente por la **demandasocial** de muchos grupos organizados (De Souza Silva y otros, 2005). Esta demanda por parte de las comunidades ha motorizado estudios en Universidades e Instituciones científicas y ha llevado a que los conflictos socioambientales se configuren de esta manera como uno de los grandes desafíos de la Universidad del siglo XXI (Gutiérrez y otros, 2017). En este contexto en las últimas décadas emergieron desde algunos espacios académicos, grupos que se vinculan con los movimientos socioambientales y responden a las necesidades de la comunidad a través de proyectos de acción colectiva (Gutiérrez y otros, 2017), donde se concibe al estudiante y profesional universitario como un actor con compromiso social buscando romper con el rol del intelectual “asistiendo” a la lucha, sino pensándolo como parte de la misma (Carrasco y otros 2012). Desde estos espacios se busca generar conocimiento orientado a apoyar y fortalecer los procesos sociales y las luchas en defensa de las comunidades y la naturaleza (UCCSNAL, 2015). Como algunos ejemplos podemos citar la cátedra de Salud Socioambiental de la Facultad de

Medicina de la UNR, las cátedras libres de Soberanía Alimentaria de la UNLP y de la UBA, el Área de Ecología de la UNGS, el Programa Compromiso Ambiental de la UNC, el Programa Ambiente y Sociedad de la UNL, el Grupo de Genética y Mutagénesis Ambiental (GEMA) de la UNRC y el Programa Ambiental de Extensión Universitaria de la UNLP (Gutiérrez y otros, 2017). Dentro de este último, se encuentra El Espacio Multidisciplinario de Interacción Socioambiental (EMISA) proyecto de extensión que surge en el año 2013 y se consolida como tal en el 2015, el cual aborda las problemáticas territoriales vinculadas al modelo agrícola hegemónico desde el paradigma recién descripto.

Para los casos particulares de conflictos socioambientales vinculados al uso de agrotóxicos, como se mencionó en el apartado 2.3, fueron las propias comunidades alertadas por el número de personas afectadas por enfermedades graves en sus pueblos, las que se organizaron, denunciaron los impactos y, expuestas a la lógica de la inversión del principio precautorio<sup>23</sup>, se vieran obligadas a producir evidencia del daño por sus propios medios, a presentar denuncias y recursos de amparo ante el Poder Judicial y a demandar la generación de conocimiento científico académico (Aranda, 2015; Arancibia y otros, 2018).

La demanda de conocimiento en este contexto, estuvo dirigida particularmente al diagnóstico ambiental de sus territorios, más específicamente a la presencia de plaguicidas en el ambiente y al impacto de los mismos en el ambiente y en la salud. Y es aquí, donde el aporte de las Ciencias Ambientales y en particular las herramientas de la química ambiental orientadas al monitoreo de plaguicidas se hacen relevantes y necesarias para dar respuesta a la demanda social en constante crecimiento. Herramientas que, a su vez, busquen estrategias de acción participativas que promuevan la igualdad y equidad y que contribuyan en la defensa de los derechos de las comunidades afectadas por el modelo agrícola imperante, a la preservación de la calidad del ambiente, a la mejora de los mecanismos de protección frente al uso de agrotóxicos, así como también a la colaboración en el diseño de políticas públicas en materia de salud y ambiente que fomenten alternativas de producción agrícola.

---

<sup>23</sup> El discurso hegemónico apunta a invertir la lógica del principio precautorio: se reclama que los estudios independientes o incluso las propias víctimas demuestren que esta tecnología causa efectivamente algún tipo de daño (Arancibia y otros, 2018).



## Capítulo 3. Hipótesis y Objetivos

Considerando los antecedentes descriptos en referencia a las características del modelo de producción dominante en el país, los avances sobre el territorio, el uso de agrotóxicos y los impactos asociados. Entendiendo que la información relacionada con la contaminación por plaguicidas en zonas con conflictos socioambientales es relevante y la necesidad y demanda social de dicha información científica es elevada, el objetivo del **Capítulo 3** es definir la Hipótesis, Objetivo general y Objetivos específicos propuestos en la presente Tesis.

### 3.1 HIPÓTESIS GENERAL DE TRABAJO

---

El aporte de información sobre las concentraciones y el comportamiento ambiental de plaguicidas en zonas rurales con conflictos socioambientales contribuye con conocimiento necesario para disminuir la incertidumbre existente y generar herramientas de intervención en la mejora de la calidad de vida de la población.

### 3.2 OBJETIVOS

---

#### *Objetivo General*

Estudiar la distribución y el destino de plaguicidas de uso corriente en cultivos extensivos en regiones productivas del centro del país con conflictos socioambientales, y realizar un análisis del aporte del conocimiento científico generado en el marco del conflicto.

#### *Objetivos Específicos SECCIÓN A*

- Diseñar estrategias de muestreo participativas que permitan caracterizar los niveles de concentración ambientales de plaguicidas asociados a distintos tipos de prácticas agrícolas.
- Adaptar y aplicar metodologías tradicionales de análisis químico (extracción, purificación y análisis instrumental) para las matrices ambientales propias de la zona de estudio.

- Analizar e interpretar la información generada, en referencia a datos existentes en la literatura para la región, y su comparación con niveles en la literatura a escala global, para escenarios similares, niveles guía de calidad y usos de recursos.
- Interpretar los datos obtenidos en función de propiedades fisicoquímicas relevantes de los plaguicidas analizados y de las características de cada compartimiento ambiental.

#### Objetivos Específicos SECCIÓN B

- Estudiar escenarios de conflicto socioambiental, que comparten el mismo eje estructural: la preocupación por la aplicación de agrotóxicos en zonas periféricas a poblados y el esfuerzo colectivo de comunidades afectadas para limitar la utilización de los mismos.
- Explorar y aplicar el uso de herramientas de integración y construcción colectiva del conocimiento con los actores involucrados en el conflicto socioambiental
- Analizar el aporte del conocimiento científico generado a través del monitoreo ambiental de plaguicidas en cada escenario de conflicto.





*“Es algo sano y necesario volver la mirada a la tierra y, al contemplar sus bellezas,  
reconocer el asombro y la humildad”*

Rachel Carson

## *Sección A*

## Capítulo 4A. Contaminación por plaguicidas y su dinámica ambiental

El **Capítulo 4A** tiene como objetivo desarrollar todos los aspectos vinculados a las metodologías utilizadas de muestreo y detección de plaguicidas, como así también los resultados obtenidos desde la perspectiva de las matrices ambientales estudiadas en los tres escenarios de estudio y la distribución ambiental de dichos contaminantes.

La estructura completa del presente capítulo se muestra a continuación.

4A.1 INTRODUCCIÓN: Caracterización de los plaguicidas .....	37
Clasificación de los plaguicidas .....	37
<i>Según la toxicidad aguda</i> .....	37
<i>Según el objetivo de aplicación o plaga a combatir: organismo blanco</i> .....	39
<i>Según la estructura química</i> .....	39
Ingreso y dinámica ambiental de los plaguicidas .....	40
Antecedentes niveles ambientales .....	43
Antecedentes en metodología de análisis de plaguicidas en matrices ambientales .....	46
4A.2 MATERIALES Y MÉTODOS .....	47
Área de estudio .....	47
<i>Monte Maíz, Córdoba</i> .....	47
<i>San Salvador, Entre Ríos</i> .....	48
<i>Villa San José, Santa Fé</i> .....	48
Muestreo .....	49
<i>Metodología de muestreo</i> .....	51
Muestreo Participativo .....	51
Materiales y reactivos empleados para la toma de muestra .....	52
Procedimiento toma de muestras de agua .....	53
Procedimiento toma de muestras de suelo y sedimentos .....	55
Procedimiento toma de muestras de MP de calidad de aire: MPS, cascarilla de maíz y MP <sub>10</sub> .....	56
Plaguicidas estudiados .....	58
Metodología analítica .....	63
<i>Muestras de agua</i> .....	63
Parámetros fisicoquímicos generales en aguas .....	64
Extracción de plaguicidas en aguas .....	64

<i>Muestras de Matrices sólidas: suelo y sedimentos</i> .....	66
Acondicionamiento .....	66
Parámetros fisicoquímicos generales en suelos .....	67
Extracción de plaguicidas en suelos.....	67
<i>Muestras de Material Particulado en aire: MPS, MP<sub>10</sub> y cascarilla de maíz</i> .....	69
Parámetros generales en MPS y MP <sub>10</sub> .....	69
Extracción de plaguicidas en MPS y MP <sub>10</sub> .....	70
Extracción de plaguicidas en cascarilla de maíz .....	70
<i>Análisis Instrumental</i> .....	71
Parámetros de aseguramiento de calidad del procedimiento analítico.....	75
Obtención e interpretación de resultados .....	76
4A.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78
Parámetros de calidad instrumental.....	79
Parámetros de calidad de la metodología analítica .....	81
Aguas de consumo humano: red de distribución Municipal .....	82
<i>Parámetros fisicoquímicos generales: calidad de agua</i> .....	82
<i>Detección de plaguicidas</i> .....	84
Frecuencias y Concentraciones ambientales .....	84
<i>Calidad del agua de consumo humano</i> .....	89
Aguas de aljibe, pozo y superficiales .....	93
<i>Parámetros fisicoquímicos generales: calidad de agua</i> .....	93
<i>Detección de plaguicidas</i> .....	97
Frecuencias y Concentraciones ambientales .....	97
<i>Comparación con NG para la protección de la Biota Acuática Aguas superficiales</i> .....	104
Suelos y Sedimentos: matrices sólidas.....	106
<i>Parámetros fisicoquímicos generales: %H y %MO</i> .....	106
<i>Detección de plaguicidas</i> .....	106
Frecuencias y Concentraciones ambientales .....	108
<i>Análisis de plaguicidas por uso del suelo</i> .....	123
Análisis comparativo de las CMT .....	124
Plaguicidas en suelos de espacios públicos urbanos .....	127
Material Particulado en aire: MPS .....	140
<i>Parámetros generales: FMV</i> .....	140

<i>Detección de plaguicidas</i> .....	141
Frecuencias y Concentraciones ambientales .....	142
Perfil de plaguicidas de acuerdo a su clasificación toxicológica .....	147
4A.4 CONCLUSIONES SECCIÓN A.....	149

## 4A.1 INTRODUCCIÓN: Caracterización de los plaguicidas

---

### Clasificación de los plaguicidas

Existen múltiples criterios de clasificación de los plaguicidas, que toman en cuenta diversas características comunes. Entre ellas se pueden mencionar el ámbito de aplicación, el momento de aplicación, la vía de ingreso, el modo de acción, la vida media, la toxicidad aguda, el objetivo de aplicación o plaga a combatir, la estructura química, entre otros. Estos tres últimos criterios se describirán a continuación por ser considerados más relevantes en la discusión del presente trabajo.

#### Según la toxicidad aguda

A nivel internacional existen diferentes organismos que han establecido regulaciones para clasificar toxicológicamente los ingredientes activos de los plaguicidas y el posterior etiquetado de los mismos. La mayoría de las clasificaciones se basan en la peligrosidad del plaguicida medida a través de la toxicidad aguda. La misma se define como la capacidad del compuesto de producir un daño agudo a la salud a través de una o múltiples exposiciones, en un período de tiempo relativamente corto. La toxicidad aguda se mide a través de diversos parámetros toxicológicos, entre ellos la dosis letal media (DL<sub>50</sub>) definida como “la cantidad de miligramos de ingrediente activo por kilogramo de peso, requerido para matar al 50% de los animales de laboratorio bajo determinadas condiciones de exposición” (WHO - IPCS, 2010; Montagna, 2011). La DL<sub>50</sub> en el caso de los plaguicidas, se determina para diferentes rutas de exposición (oral, dérmica y respiratoria) y en diferentes especies de animales. Tanto la vía dérmica como la inhalatoria son las vías de exposición más importantes para dichos compuestos. La vía oral es relevante en casos de intoxicaciones accidentales o intencionales, o debido al consumo de agua y alimentos contaminados (ILSI, 2012).

#### Organización Mundial de la Salud y Naciones Unidas

Durante casi 30 años, se ha utilizado con gran aceptación la clasificación de ingredientes activos de plaguicidas según los criterios de la Organización Mundial de la Salud (ILSI, 2012). La misma, se aprobó por la 28ª Asamblea Mundial de la Salud en 1975, se publicó por primera vez en 1978 y se revisa y reedita cada pocos años (la última actualización disponible es del 2009). En el año 2002,

el Comité de Expertos de las Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas desarrolló un sistema de clasificación y comunicación de los peligros de los productos químicos, para unificar criterios a nivel mundial, denominado Sistema Globalmente Armonizado (SGA) (o GHS, según siglas en inglés). Dicho sistema se está utilizando ampliamente para la clasificación y etiquetado de productos químicos en todo el mundo y en muchos países de la región su aplicación ya es obligatoria (WHO - IPCS, 2010), como es el caso de Argentina (Resolución 801/2015 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo). En lo que respecta a plaguicidas, la OMS se ha alineado a las categorías propuestas por Naciones Unidas para la toxicidad aguda oral y dermal como punto de partida (WHO - IPCS, 2010). En la [tabla 4.1](#) se resumen las clasificaciones de acuerdo a los criterios establecidos por la OMS y el SGA.

**Tabla 4.1** Clasificaciones toxicológicas de ingredientes activos de plaguicidas de acuerdo a los criterios establecidos por la OMS y el SGA

<b>Clase OMS (actualización 2009)</b>		DL <sub>50</sub> en ratas (mg/kg peso corporal)	
		Oral	Dermal
<b>Ia</b>	Extremadamente peligroso	< 5	< 50
<b>Ib</b>	Altamente peligroso	5-50	50-200
<b>II</b>	Moderadamente peligroso	50-2000	200-2000
<b>III</b>	Ligeramente peligroso	> 2000	> 2000
<b>U</b>	Es poco probable que presente peligro agudo	> 5000	> 5000
<b>Categorías SGA (actualización 2012)</b>		DL <sub>50</sub> en ratas (mg/kg peso corporal)	
		Oral	Dermal
<b>1</b>	Mortal en caso de ingestión /en contacto dermal	< 5	< 50
<b>2</b>	Mortal en caso de ingestión /en contacto dermal	5-50	50-200
<b>3</b>	Tóxico en caso de ingestión /en contacto dermal	50-300	200-2000
<b>4</b>	Nocivo en caso de ingestión /en contacto dermal	> 2000	> 2000
<b>5</b>	Puede ser nocivo en caso de ingestión /en contacto dermal	> 5000	> 5000

Es importante mencionar que las clasificaciones descriptas no consideran las exposiciones crónicas y efectos subletales, que surgen de pequeñas concentraciones diarias a través de un largo período. Por otro lado, las investigaciones toxicológicas de estas sustancias se restringen a estudiar, en forma aislada y bajo condiciones controladas, sus efectos, sin contemplarse los efectos sinérgicos o antagonísticos de las mezclas de plaguicidas. Sin embargo, en la realidad, se aplican varios productos a la vez o en períodos relativamente cercanos, en sistemas colmados de organismos y variables, lo que implica múltiples interacciones. A esto se le suma la poca información toxicológica que existe sobre los metabolitos ambientales de los compuestos químicos parentales luego de degradarse y el

desconocimiento con respecto a la toxicología y comportamiento de los ingredientes inertes, aditivos y coadyuvantes que conforman el formulado del agrotóxico (García, 2008).

#### Según el objetivo de aplicación o plaga a combatir: organismo blanco

Una de las clasificaciones más conocida de los plaguicidas es aquella que los agrupa según la plaga que controlan u organismo blanco a combatir (Anguiano, 2011). Teniendo en cuenta este criterio se clasifican en:

Insecticidas (insectos); Herbicidas (malezas); Fungicidas (hongos); Acaricidas (ácaros); Rodenticidas (roedores); Formicida (hormigas); Nematicidas (nematodos); Molusquicidas (caracoles, babosas); Piojicida (piojos); Larvicidas (larvas); entre otros.

Como puede observarse una característica común en esta nomenclatura es que los nombres tienen la terminación “*icida*” (García, 2007), y como se mencionó en el marco teórico, estas denominaciones sugieren que las plagas pueden ser distinguidas de los organismos no blanco. Sin embargo, existen en la actualidad en nuestro país diversos grupos de investigación que estudian los impactos adversos de los plaguicidas en organismos no blanco (Lajmanovich y otros, 2005; Carriquiriborde y otros, 2007; Sobrero y otros, 2007; Brodeur y otros, 2009; Agostini y otros, 2010; Mugni y otros, 2011; Pérez Iglesias y otros, 2014; Bonansea y otros, 2016; Bonifacio y Hued, 2019; Lukaszewicz y otros, 2019;) y específicamente en poblaciones humanas (Bolognesi, 2003; Simoniello y otros 2007; Bernardi y otros, 2015; Kim y otros, 2016).

#### Según la estructura química

Con base en su estructura química los plaguicidas se agrupan en familias, lo que resulta conveniente para trazar generalidades en su comportamiento, toxicidad y distribución ambiental (Anguiano, 2011). A continuación, se listan y describen brevemente las familias a las cuales pertenecen los plaguicidas estudiados en la presente tesis:

- Insecticidas organoclorados (OCIs): hidrocarburos cíclicos clorados (aromáticos, cicloalcanos, ciclodiénicos y terpénicos).
- Insecticidas organofosforados (OFs): esterés derivados del ácido fosfórico. La mayoría de los OFs usados como insecticidas tienen dos grupos metoxi o etóxido en las cadenas laterales
- Insecticidas Carbamatos (CMs): presentan una variedad de estructuras químicas, pero todos son derivados del ácido carbámico.

- Insecticidas Piretroides (PYR): la mayoría son ésteres sintéticos que presentan un anillo ciclopropanico derivados de las piretrinas naturales de las flores de las plantas *Chrysanthemum cinerariaefolium*.
- Insecticidas Neonicotinoides: están químicamente relacionados con la nicotina, existen de cadena abierta y con sistemas de anillos de 5 y 6 miembros que difieren en sus características moleculares.
- Fungicidas Triazoles: compuestos químicos isoméricos con anillos de 2 átomos de carbono y 3 átomos de nitrógeno.
- Herbicidas Clorofenoxiácido: de estructura bencénica unida a átomos de cloro, oxígeno y un grupo carboxilo.
- Herbicidas Cloroacetanilidas: derivados clorados de la acetanilida, compuesto sintético de fórmula molecular  $C_8H_9NO$ .
- Herbicidas Triazinas: heterociclos de 6 miembros que contienen 3 átomos de nitrógeno.
- Herbicidas Sulfonilureas: contienen un núcleo central compuesto por una *S*-fenilsulfonilurea y varios grupos laterales posibles.
- Herbicidas Ácido benzoico: derivados clorados del ácido benzoico ( $C_7H_6O_2$ ).
- Herbicidas Fosfona aminoácido: compuestos de estructura química multifuncional (grupos carboxilo, amino y fosfonato).
- Herbicidas Imidazolinonas: compuesto heterociclos derivados del imidazolin.
- Herbicidas Dinitroanilinas: compuestos derivados de la anilina ( $C_6H_5NH_2$ ) con 2 sustituyentes nitro y otros grupos funcionales.

## **Ingreso y dinámica ambiental de los plaguicidas**

Las vías de ingreso y movilización de los plaguicidas en las distintas esferas ambientales (suelo, aire, agua y sedimentos, biota) ocurren durante los procesos directos de aplicación y en forma posterior a los mismos. Esta dinámica se relaciona principalmente con las características del contexto natural con el que interactúa, con las condiciones climáticas, la técnica de aplicación y con aspectos inherentes a la naturaleza química del compuesto (Loewy, 2011). Con respecto a esta última, existen diversas propiedades fisicoquímicas que juegan un papel fundamental durante todo



el proceso de movilización. Entre estas, podemos nombrar la volatilidad, la solubilidad en agua, la lipofilicidad, el potencial de adsorción al suelo y la persistencia (Loewy, 2011; Capparelli y otros, 2020). Dicha característica es de gran relevancia en el estudio ambiental, ya que se define como la tendencia del mismo a conservar su integridad molecular, sus características químicas, físicas y funcionales en el medio, a través del cual es transportado y distribuido. Cuando un compuesto es muy persistente resiste los procesos de degradación química y microbiológica y, por tanto, tendrá un alto potencial de contaminación. A pesar de esto, es importante tener en cuenta que muchos plaguicidas no se caracterizan por su alta persistencia, pero su uso es tan masivo y constante, que superan la capacidad de autodepuración del ambiente, denominándose así, como pseudo persistentes (Daughton, 2003). Asociadas a las propiedades fisicoquímicas existen diversos coeficientes de partición indicadores del posible destino ambiental de una sustancia química, dado que predicen cómo se distribuirá en el ambiente un determinado compuesto. Estos coeficientes se definen como la relación de concentraciones en equilibrio, a una temperatura dada, de una sustancia disuelta en un sistema de dos fases constituido por solventes altamente inmiscibles (OECD, 1981). Los más relevantes para la discusión de la presente tesis se muestran en las [ecuaciones 4.1](#) (constante de reparto  $k_{ow}$ ), [4.2](#) (constante de reparto  $k_{oc}$ ) y [4.3](#) (constante de reparto Henry,  $k_H$ ).

$$k_{ow} = \frac{\text{concentración en fase n-octanol}}{\text{concentración en fase acuosa}} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

$$k_{oc} = \frac{\text{concentración en fase sorbida} \times \text{fracción de carbono orgánico}}{\text{concentración en fase acuosa}} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

$$k_H = \frac{\text{concentración en fase gaseosa (presión parcial)}}{\text{concentración en fase acuosa (solubilidad)}} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Los plaguicidas en el ambiente interactúan con su entorno, el cual es complejo y se compone de un sin fin de variables ambientales. Desde el punto de vista de su uso agrícola, los agrotóxicos son generalmente aplicados en estado líquido con la técnica de pulverizado sobre el cultivo y/o el suelo (Loewy, 2011) a través de avionetas (fumigación aérea) o con el uso de mochilas o barras de aplicación terrestre (popularmente denominados “mosquitos”) en lo que respecta a las fumigaciones terrestres. Al momento de la aplicación son importantes los parámetros relacionados con las características de la formulación, las condiciones climáticas, factores tecnológicos de las máquinas aplicadoras (Leiva, 2007), y hasta variables difíciles de cuantificar como la experticia del aplicador (Gil y Sinfort, 2005).

El suelo es el principal receptor de los plaguicidas, sin embargo, una vez aplicados ingresan inmediatamente a la atmósfera a través de tres mecanismos principales. El primer ingreso ocurre durante la aplicación, donde parte del volumen no alcanza la zona objetivo y puede dispersarse por aire a través de la gota o depositarse en lugares próximos donde no fue inicialmente pulverizado. Dicho proceso es lo que Tomasoni (2013) define como deriva primaria, por producirse al momento de la pulverización. Cuando los agrotóxicos se aplican desde un avión, hasta el 50% puede desviarse de la zona objetivo (Van den Berg y otros, 1999), y cuando se utilizan barras de aplicación terrestre mediante pulverización, las pérdidas debidas a la deriva son más pequeñas, pero aún significativas: 1-30% (Van der Werf, 1996). A su vez, del total de agrotóxico que llega a la zona objetivo, la cantidad que entra en contacto directo con la plaga de interés es un porcentaje aún mucho menor. Finalizada la aplicación, el otro mecanismo que ocurre es la emisión post-aplicación de los plaguicidas por procesos de volatilización que pueden continuar por varios días o semanas posteriores al evento de aplicación (Voutsas y otros, 2005), denominado deriva secundaria (Tomasoni, 2013). Dicho mecanismo ocurre desde el suelo o el follaje de la planta, siendo las tasas de volatilización desde esta última tres veces superiores respecto a la del suelo bajo las mismas condiciones climáticas, debido los menores puntos de adsorción. Posteriormente se da el fenómeno de deriva terciaria; la misma se define como el desplazamiento de plaguicidas y residuos de éstos, fuera del campo pulverizado en tiempos posteriores a la aplicación, incluso meses o años después de la fumigación (Tomasoni, 2013). Este mecanismo se genera principalmente como consecuencia de los procesos de erosión eólica, los cuales pueden arrastrar partículas del suelo cargadas con estos compuestos (Bidleman, 1988).

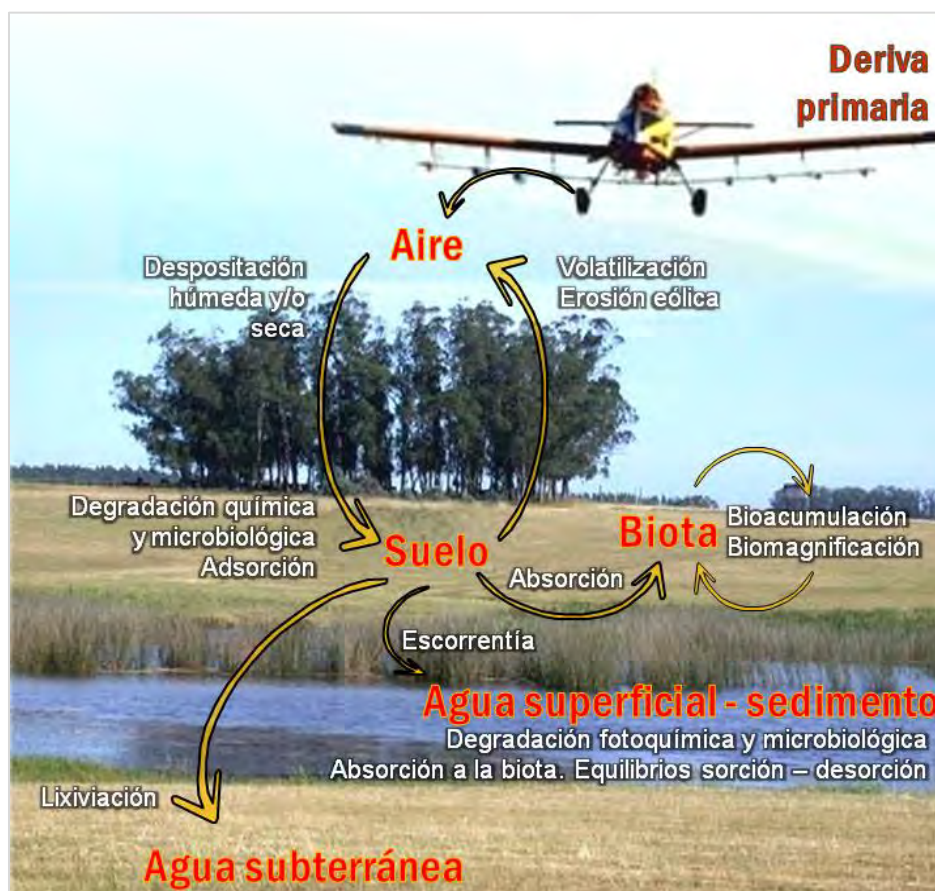
Ya en la atmósfera, las sustancias pueden permanecer en forma de vapor (fase gaseosa) o sorbidos a partículas y formando aerosoles, y desde allí transferirse y movilizarse entre los compartimentos ambientales. Pueden también ser disueltos por el agua de lluvia en relación a su solubilidad, lo que constituye un mecanismo adicional de transporte (Coupe y otros, 2000). Desde la atmósfera pueden movilizarse a la esfera suelo a través de la deposición húmeda y/o seca, lo que implica la adsorción a las partículas y/o la solubilización de los compuestos químicos en la fase acuosa que luego sedimentarán por gravedad. En el suelo, el agrotóxico puede degradarse química y microbiológicamente, sorberse a los componentes orgánicos y minerales, ser captado por las raíces de las plantas, volatilizarse y sufrir procesos de erosión eólica reingresando a la atmósfera como se dijo anteriormente, escurrirse y lixiviarse movilizándose de esta forma a las aguas superficiales y

subterráneas respectivamente. La escorrentía (movimiento horizontal de las aguas de irrigación o de origen pluvial donde los plaguicidas se solubilizan o adsorben a las partículas) junto con la depositación húmeda y seca, son las rutas de entrada más importantes de estas sustancias a las aguas superficiales (consideradas fuentes difusas de contaminación de los cursos de aguas). Ya en la columna de agua, se genera una dinámica muy compleja donde los agrotóxicos presentan equilibrios de sorción/desorción sobre las partículas en suspensión, y pueden depositarse y pasar a formar parte de los sedimentos de fondo, siendo estos grandes reservorios de contaminantes ambientales. Dentro del cuerpo de agua receptor, puede ocurrir también procesos de mezclado vertical y horizontal, degradación fotolítica y microbiana y absorción del agrotóxico por parte de la biota, provocando el fenómeno de bioconcentración en los organismos presentes en este medio físico. En las aguas subterráneas, el percolado, la infiltración o la lixiviación, son las principales vías de transferencia vertical de ingreso de los agrotóxicos a esta esfera. Los mismos son transportados por el agua a través de los micro y macro poros de la matriz del suelo. Durante este flujo los compuestos químicos pueden establecer equilibrios de adsorción. Por último, la biota, es otra de las esferas en la que los agrotóxicos se hallan presentes. La absorción del compuesto químico por las plantas y por lo tanto la incorporación del agrotóxico a la biomasa vegetal, es a través de la captación por las raíces o las hojas, pudiendo ser degradado o transportado por las mismas, y/o luego distribuirse entre el suelo y los organismos edáficos. El contaminante puede a su vez movilizarse a través de la cadena trófica cuando la planta es consumida. Ocurren procesos de bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación del agrotóxico a lo largo de la cadena alimenticia, resultando esta una importante ruta de exposición para humanos y animales (Etchegoyen y Stimbaum, 2018). A modo de síntesis en la [figura 4.1](#) se presentan los diversos fenómenos asociados a la dinámica ambiental de plaguicidas recién descritos.

### **Antecedentes niveles ambientales**

La complejidad del ingreso y dinámica ambiental de los plaguicidas recién expuesta, demuestra que el uso de estos compuestos químicos en la agricultura conduce inevitablemente a la exposición de los organismos no objetivo, incluyendo los humanos y otras especies, contaminando el ambiente y afectando a los ecosistemas en su conjunto (*rev* de Souza y otros, 2020). Esto mismo queda demostrado en los múltiples trabajos a nivel internacional que evidencian la presencia de plaguicidas en todos los compartimentos ambientales (dos Santos Souza y otros, 2017, Silva y

otros, 2019, Bhandari y otros, 2020; rev de Souza y otros, 2020; Swartjes y Van der Aa, 2020; Mwevura y otros, 2021).



**Figura 4.1.** Principales procesos que involucra la dinámica de plaguicidas en el ambiente luego de su aplicación. *Elaboración propia*

Para el caso de Argentina, los trabajos de concentraciones ambientales de plaguicidas son aún escasos considerando la magnitud de su uso y la extensión que se da del modelo agrícola. En el [ANEXO B](#), se muestra el resultado de una búsqueda exhaustiva de trabajos considerados relevantes para la discusión de la presente tesis. Para esto, y en pos de abarcar la mayor cantidad de estudios nacionales y particularmente de la Región Pampeana, se seleccionaron aquellos del 2005 en adelante. Dicha fecha fue elegida por ser el año de publicación del primer trabajo del país que estudia la presencia de insecticidas (Cipermetrina y Clorpirifos) asociados al actual paquete tecnológico (Marino y Ronco, 2005).

En lo que respecta al suelo, a pesar de que el mismo es el principal receptor de los plaguicidas por su aplicación directa en dicha matriz, en general se cuenta con información limitada a nivel nacional sobre las concentraciones ambientales. Existen estudios de análisis de plaguicidas OCIs persistentes en suelos de zonas agrícolas (Miglioranza y otros, 2013) y de plaguicidas de uso actual, en especial de Glifosato (Aparicio y otros, 2013; Primost y otros, 2017; Okada y otros, 2018; Bernasconi y otros, 2021). Particularmente las publicaciones científicas vinculadas a dicho herbicida por ser su uso tan masivo y controversial, crecieron sostenidamente desde el año 2000 hasta la actualidad, siendo Argentina el quinto país en el mundo en el ranking de número de artículos publicados entre 2011-2016 y el segundo en Latinoamérica (Sosa y otros, 2019). Por otro lado, con respecto a las publicaciones de niveles de plaguicidas en las aguas superficiales y sedimentos de fondo del país, son varios los estudios que se encuentran en la bibliografía (Marino y Ronco, 2005, Ronco y otros, 2008; Bonansea y otros, 2013, De Gerónimo y otros, 2014, Ronco y otros, 2016, Etchegoyen y otros, 2017; Sasal y otros, 2017) pero son prácticamente nulos los que evalúan la presencia de fungicidas en dichas matrices (Mac Loughlin y otros, 2017a). En lo que respecta a la atmósfera (principalmente a la fase gaseosa) se han publicado concentraciones de plaguicidas organoclorados en la región de Cuyo (Wenzel y otros, 1997) Centro (Lorenzatti y otros, 2008; Tombesi y otros, 2014) y en la Cuenca del Plata (Astroviza y otros, 2012), siendo Alonso (2018) el primer trabajo publicado a nivel nacional que monitorea herbicidas de uso actual en agua de lluvia de la Región Pampeana y Lupi (2019) que evalúa en dicha matriz la presencia de glifosato a través de experimentos de microparcels. Como aspecto a destacar, emergente de la búsqueda realizada, existe una falta de información de concentraciones de plaguicidas en aguas destinadas directamente a consumo humano, encontrándose algunos trabajos de manera dispersa, en bajas frecuencia y principalmente internacionales, de aguas superficiales y subterráneas en sitios estratégicos de captación de agua para consumo (Sultana y otros, 2018; Jin y otros, 2019; Quintana y otros, 2019; Sjerps y otros, 2019; Swartjes y Van der Aa, 2020). Por último, del análisis de la bibliografía consultada, se evidencia la falta de estudios de niveles ambientales de plaguicidas en el marco de conflictos socioambientales en el país, y particularmente en zonas urbanas; solo se hallaron algunos trabajos de Congresos Científicos de escenarios comparables, realizados por el grupo de trabajo de investigación-extensión al cual pertenecen la autora y el director de la presente tesis (Etchegoyen y otros, 2016, Barbieri y otros, 2017, De Castro y otros, 2017; Percudani y otros, 2017; Vittori y otros, 2017; Santillán y otros, 2018).

## **Antecedentes en metodología de análisis de plaguicidas en matrices ambientales**

Por todo lo expuesto hasta el momento, los plaguicidas son considerados como uno de los contaminantes ambientales más importantes debido a su estabilidad, movilidad, presencia y efectos a largo plazo sobre los organismos vivos (Tankiewicz y otros, 2011).

Esto ha impulsado el desarrollo de múltiples métodos para determinar la presencia de residuos de plaguicidas en diversas matrices ambientales. En particular, desde el punto de vista analítico, los mismos consisten en una serie de pasos bien definidos: extracción, concentración, purificación o “clean-up” y análisis instrumental (Barceló, 1993; Smith y Cresser, 2004). Existen en la literatura muchas normas y metodologías analíticas internacionales, como las normas de la USEPA (United States, Environmental Protection Agency) y de la ASTM (Analytical Standard Testing Methods), así como también múltiples publicaciones científicas para el tratamiento de muestras ambientales (*rev* Samsidar y otros, 2018). De manera general, para el caso de aguas, las metodologías de extracción líquido-líquido (L-L) y en fase sólida (SPE) son las más ampliamente utilizadas por la variedad de analitos que permiten tratar con valores aceptables de recuperación analítica global. Para el caso de matrices sólida y semisólidas en los últimos años, se han empleado técnicas como la extracción asistida por ultrasonido (ultrasonic assisted extraction, UAE), extracción sortiva con agitador magnético, dispersión de matriz de fase sólida (matrix solid-phase dispersión, MSPD), entre otras (Masiá y otros, 2015). Más recientemente se ha utilizado el método QuEChERS (Quick, Easy, Cheap Effective, Rugged and Safe), el cual tiene su origen en la extracción de residuos de plaguicidas de productos alimenticios como frutas y verduras (AOAC, 2011 - Official Method 2007.01), y viene siendo adaptado y optimizado a otras matrices, como suelos y sedimentos debido a su bajo costo, bajo consumo de reactivos y rapidez en el procesamiento de las muestras (Brondi y otros, 2011). En lo que respecta a la identificación y cuantificación, las técnicas cromatográficas son por excelencia la elección para este tipo de analitos traza en el ambiente, las cuales han ido evolucionando a lo largo del tiempo (De Brabander y otros, 2009). A partir del año 1980 cuando los espectrómetros de masas (MS) se acoplaron como detectores a sistemas cromatográficos gaseosos (GC) y líquidos de alta resolución (HPLC), estos fueron rápidamente incorporados en el campo de la química ambiental, por su sensibilidad y selectividad (Voyksner y otros, 1984; Durand y Barceló, 1991). Actualmente la combinación de ambas técnicas cromatográficas (GC-MS para los analitos no polares y volátiles y LC-MS para los polares, no volátiles y/o térmicamente lábiles)

es imprescindible en todo laboratorio ambiental y se aplican con éxito al análisis de trazas de compuestos en matrices ambientales. A su vez, en lo que respecta a LC, se han introducido mejoras como la cromatografía líquida de ultra alta precisión (UHPLC) acoplada a cuádrupolos en tándem (MS-MS), tecnología potente, que mejora aún más la sensibilidad y seguridad en la identificación del analito, por lo cual se ha convertido en el método preferido de elección en el análisis ambiental (Barceló y Petrovic, 2007).

## 4A.2 MATERIALES Y MÉTODOS

---

### Área de estudio

Los sitios de muestreo seleccionados para el presente estudio, pertenecen a **pueblos representativos de la zona pampeana**, zona núcleo e histórica de producción agrícola extensiva. La Región Pampeana, incluye el interior de la provincia de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y Santa Fé. Representa el 34,4% de la población total de Argentina (INDEC, 2012) y, como se dijo en el marco teórico, exhibe la mayor actividad agroproductiva actual y concentra el 87% de la producción de soja genéticamente modificada. Las localidades estudiadas fueron Monte Maíz, en la Provincia de Córdoba, San Salvador, en la Provincia de Entre Ríos y Villa San José en la Provincia de Santa Fé, como se muestra en la [figura 4.2](#). Dichas localidades presentan escenarios de **conflictos socioambientales** que comparten el mismo eje estructural: la preocupación por la aplicación de agrotóxicos en zonas periféricas a los poblados, y el esfuerzo colectivo de las comunidades afectadas para limitar la utilización de los mismos. Particularmente los grupos de vecinos organizados de Monte Maíz y San Salvador, fueron los que **demandaron** el conocimiento acerca de la contaminación ambiental por agrotóxicos en sus localidades, lo que desencadenó posteriormente el trabajo conjunto que se describe en la presente tesis.

#### Monte Maíz, Córdoba

*Monte Maíz (MM)* es una ciudad de la provincia de Córdoba, ubicada en el departamento Unión. Atravesada por la Ruta Provincial nº11 se encuentra en el sureste de dicha provincia. Su población según el censo 2010 se estima en 7500 habitantes. La zona de emplazamiento de la ciudad pertenece geomorfológicamente a la región de la pampa húmeda. De gran extensión llana con escasa pendiente, clima templado húmedo, con una temperatura media anual de 16,5°C y con

precipitaciones medias anuales de 830 mm que se concentran entre los meses de octubre a marzo (MIOPyV, 2017). La actividad económica principal es el cultivo de granos y cereales con una industria metalmecánica que la complementa. Es el polo agroindustrial lo que lo diferencia del resto de la zona, existiendo importantes industrias como Agrometal SA (principal fabricante y exportador nacional de sembradoras agrícolas). Los cultivos predominantes del departamento, si consideramos la campaña 2016, son la soja (445.119 Ha), el maíz (237.670 Ha), el trigo (192.000 Ha) y la avena (14.300 Ha). La superficie sembrada de los mismos entre el 1989 y el 2016 (período analizado a nivel país en el ANEXO A) creció un 164% (Estimaciones agrícolas, 2019).

### *San Salvador, Entre Ríos*

*San Salvador (SS)* es la ciudad cabecera del departamento homónimo de la provincia de Entre Ríos. Atravesada por la Ruta Nacional n°18 se ubica en el centro este de dicha provincia. Su población según el censo 2010 se estima en 12800 habitantes. La ciudad se asienta sobre una zona de llanura pampeana suavemente ondulada (Lomada Grande). El clima de la región es templado, húmedo, característico de la pampa húmeda, con ausencia de situaciones extremas, donde la temperatura media anual es de 16,6°C y las precipitaciones medias anuales de 1000 mm (RIAP ER, 2007). Los declives muy suaves y la presencia de acuíferos hacen que sus suelos reúnan condiciones óptimas para la ganadería y la agricultura y fundamentalmente para el cultivo de arroz. La producción y procesamiento industrial del mismo se considera la principal actividad económica, lo que ha llevado a la ciudad a ser designada desde hace casi siete décadas como la “Capital Nacional del Arroz”. Con respecto a otros cultivos agrícolas, si consideramos la campaña 2016, se puede observar que 4 de los más importantes del departamento son la soja (23.500 Ha), el arroz (10.000 Ha), el maíz (3.500 Ha) y la avena (3.000 Ha) (Estimaciones agrícolas, 2019).

### *Villa San José, Santa Fé*

*Villa San José (VSJ)* es una localidad pequeña de la Provincia de Santa Fé, ubicada en el Departamento Castellanos. Se encuentra sobre la Ruta Provincial n°13, a 24 km al sudoeste de Rafaela, en el centro oeste de dicha provincia. Su población según el censo 2010 se estima en 450 habitantes. La ciudad se encuentra ubicada geográficamente en el extremo norte de la pampa húmeda, en una zona de llanura suavemente ondulada (Domo Occidental). El clima es templado-cálido y húmedo, con una temperatura media anual entre 17,5°C y 19,5°C y con precipitaciones



concentradas en la estación cálida cuya media anual es de 975 mm (INTA EEA Rafaela, 2011). Las actividades económicas predominantes de la región son la industria láctea (tambo y empresas lácteas) y la agricultura. Dicha región se caracteriza por ser la principal cuenca láctea del país, sin embargo, el sector lechero en los últimos años evidenció una gran concentración y desaparición de los tambos, y de la mano de esto el incremento de la superficie cultivada (PEP, 2008). Si consideramos el período 1989-2016 se puede observar que la superficie de 4 de los cultivos más importantes del departamento Castellanos, soja (217.900 Ha), maíz (120.760 Ha), trigo (87.200Ha) y avena (19.000 Ha) creció un 400% (Estimaciones agrícolas, 2019).

Estos aumentos de superficies cultivadas (no solo en VSJ, sino en todos los sitios evaluados) fueron acompañados de un intenso uso de plaguicidas, característico del modelo agrícola hegemónico, lo que ha desencadenado situaciones de conflicto en torno a su uso e impacto en las poblaciones afectadas, como se describirá en detalle en la Sección B.



**Figura 4.2** Ubicación geográfica de los 3 sitios de muestreo estudiados. Fuente: Google Earth Pro, Versión 7.3

## Muestreo

Las muestras analizadas en el presente trabajo fueron obtenidas entre octubre de 2014 y marzo de 2017. Se llevaron a cabo tres campañas de muestreo en cada localidad (verano, otoño y primavera),

con excepción de Monte Maíz, en el que se realizó el muestreo correspondiente a los períodos de primavera e invierno. Se realizaron un total de ocho campañas de muestreo cuyas fechas se presentan en la [tabla 4.2](#). En la misma se especifica el código que se utiliza de aquí en adelante para cada Localidad y muestreo.

**Tabla 4.2** Número y fechas de muestreo por localidad y código correspondiente a cada campaña de muestreo

Localidad	n° de muestreo	Fecha de muestreo	Código
<b>Monte Maíz, Córdoba</b>	1ero	Otubre 2014	MM1
	2do	Agosto 2015	MM2
<b>San Salvador, Entre Ríos</b>	1ero	Abril 2015	SS1
	2do	Noviembre 2015	SS2
	3ero	Marzo 2017	SS3
<b>Villa San José, Santa Fé</b>	1ero	Noviembre 2014	VSJ1
	2do	Mayo 2015	VSJ2
	3ero	Febrero 2016	VSJ3

Desde una perspectiva general, se tomaron muestras de diversas matrices ambientales: agua de consumo humano (de distribución de red municipal), agua de pozo, aljibe, agua superficial (arroyos, ríos, tanques de molinos y bebederos, canales) y sedimentos de fondo. Se tomaron muestras de suelos (uso rural, urbano y mixto), material particulado sedimentable (MPS; denominado también como MPS<sub>total</sub>, ya que incluye la fracción soluble más el material particulado), material particulado inhalable (partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 µm, MP<sub>10</sub>) y material sólido derivado de granos como cascarilla de maíz. Dicha matriz, por su interacción con la atmósfera se propone como una fuente de contaminación por plaguicidas y se la considera, a los fines prácticos (junto con el MPS y el MP<sub>10</sub>) como material particulado de calidad de aire. En la [tabla 4.3](#) se puede observar el detalle del número de muestras recolectadas por matriz ambiental, localidad y campaña de muestreo. Cabe aclarar, que todas las muestras de agua se tomaron por duplicado (duplicado ambiental) y a su vez se seleccionaron muestras (buscando abarcar la diversidad de los tipos de agua) para la realización de un triplicado al cual se le sobreagregó *in situ* una mezcla de estándares de plaguicidas equivalentes a los perfiles medidos (MIX de plaguicidas). Este número se adiciona en la tabla para calcular el número real de muestras recolectadas (n° total: 223).

## Metodología de muestreo

### *Muestreo Participativo*

La complejidad de los tres escenarios de estudio evaluados (complejidad propia de los conflictos socioambientales ya desarrollada), exigió abordar los casos de estudio desde *estrategias multidisciplinarias*. Y, teniendo en cuenta el paradigma científico desde el cual se desarrolla la presente tesis, se propuso aplicar *metodologías propias de la Investigación Acción Participativa (IAP)*. Dichas estrategias se lograron aplicar principalmente en las instancias de diseño y ejecución de los muestreos ambientales.

**Tabla 4.3** Número (n°) y tipo de muestra por localidad y muestreo

Muestreo	Número de muestras por matriz ambiental								n° por localidad
	Agua			Matrices sólidas		Material Particulado de calidad de aire			
	De consumo*	Superficial, pozo, aljibe	Duplicados y triplicados	Sedimento	Suelo	MPS	MP <sub>10</sub>	Cascarilla	
MM1	2	4	6	-	5	3	-	1	52
MM2	1	6	11	3	6	3	-	1	
SS1	6	3	9	2	9	6	-	-	
SS2	6	4	13	3	13	4	-	-	123
SS3	6	4	10	2	13	6	4	-	
VSJ1	2	3	7	-	3	3	-	-	
VSJ2	1	2	3	-	6	3	-	-	49
VSJ3	1	2	5	-	5	3	-	-	
n° por matriz	25	28	64	10	60	31	4	2	
n° Total	117			70		37			
	223								

\*Red de distribución municipal

Desde una perspectiva general, y teniendo como horizonte el “Monitoreo ambiental comunitario”<sup>24</sup>, es que los muestreos ambientales se realizaron entre todo el equipo de trabajo involucrado en cada escenario (vecinos organizados, Municipio, grupos de investigación y extensión de Universidades Públicas, profesionales e Institutos de Investigación) con el objetivo

<sup>24</sup> El Monitoreo ambiental comunitario y participativo, propuesto por corrientes de salud colectiva (Breilh, 2003) y de ecología política (Almeida, 2014), “es una herramienta científica y política de denuncia que tiene como objetivo orientar las actividades del monitoreo hacia un proceso participativo de empoderamiento de las colectividades en busca de ejercer presión social desde las bases para conseguir que las autoridades competentes solucionen los problemas causados por las actividades extractivas”.

integrar conocimientos vivenciales y territoriales, técnicos, académicos y sanitarios. Para ello, se llevaron a cabo instancias de reunión y discusión colectiva y en algunos casos entrevistas semiestructuradas, con el objetivo de identificar y conocer las problemáticas ambientales en el territorio y las prácticas que pudieran estar asociadas a la contaminación por agrotóxicos. En dichas instancias se utilizaron herramientas propias del *mapeo colectivo*. El mismo se lo define como un “proceso de creación que busca desafiar los relatos dominantes sobre los territorios, a partir de los saberes y experiencias cotidianas de los participantes. Sobre un soporte gráfico y visual se visibilizan las problemáticas más acuciantes del territorio identificando a los responsables, reflexionando sobre conexiones con otras temáticas y señalizando las consecuencias” (Risler y Ares, 2013). Desde la perspectiva de la IAP, dicha metodología es utilizada para obtener y validar información sobre condiciones y experiencias, identificar sitios problemáticos y áreas de riesgo, analizar acceso a servicios, así como para identificar propuestas de cambio (Loewenson y otros, 2014). Los criterios de la selección de los puntos muestreo, su ubicación geográfica, y el número y tipo de muestras tomadas, se realizó de acuerdo a las características de cada localidad, a criterios técnicos propios de la química ambiental (los cuales tuvieron en cuenta la dinámica de los contaminantes, las épocas del año y factores climáticos, eventos de aplicación, influencia de las prácticas agrícolas), a las factibilidades operativas y a las necesidades propias de cada escenario de conflicto, lo cual se desarrollará con mayor detalle en la sección B. En la [figura 4.3](#) se pueden observar fotos representativas de las instancias vinculadas al diseño de los muestreos participativos.

#### *Materiales y reactivos empleados para la toma de muestra*

Todos los materiales y reactivos empleados para la toma de muestra se detallan en el [ANEXO C](#) para cada matriz ambiental recolectada.

El material utilizado tanto para la toma de muestras como para el posterior análisis de plaguicidas en laboratorio, fue acondicionado previamente con el objetivo de eliminar los posibles residuos de plaguicidas adsorbidos. El mismo consistió en sumergir el material 24 horas en un baño de solución de cloro al 3% y las próximas 24 horas en un baño de solución ácida al 10%, para finalmente enjuagarlo con agua destilada y dejarlo secar.



**Figura 4.3.** Fotos representativas de instancias de discusión y creación colectiva de conocimiento en los muestreos ambientales en las 3 localidades estudiadas

#### *Procedimiento toma de muestras de agua*

Las muestras de agua fueron simples (en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual). La recolección, almacenamiento, conservación y traslado de las mismas se efectuó siguiendo la norma APHA (1998) y conforme a los lineamientos del Método 1699 de la USEPA (2007a) para el análisis de plaguicidas. Al material utilizado para coleccionar la muestra se le realizó previo al llenado final, un triple lavado *in situ* con agua de la misma fuente. Las muestras de agua superficial se tomaron de forma manual, representativas de los primeros 50 cm desde la superficie, las aguas de aljibe fueron previamente dispuestas en un balde para luego recolectarlas en el material de muestreo y las muestras de agua de red y pozo se dejaron correr durante al menos 1 minuto para su posterior recolección. En la [figura 4.4](#) se muestran fotos representativas de la toma de muestras de agua en los tres sitios de muestreos.

Teniendo en cuenta la estabilidad de los compuestos y su potencial interacción con el material que los contiene, para la determinación de herbicidas como Glifosato, Atrazina y 2,4-D se utilizaron recipientes Falcons™ de polipropileno y se realizó un sobreagregado *in situ* del trazador interno Atrazina <sup>5</sup>D. Para el análisis del resto de los plaguicidas (principalmente insecticidas y fungicidas) las muestras se tomaron en botellas de vidrio color caramelo con capacidad de 500 ml, a las cuales se les sobreagregó *in situ* Bifentrin como control específico de cada muestra. Las mismas fueron

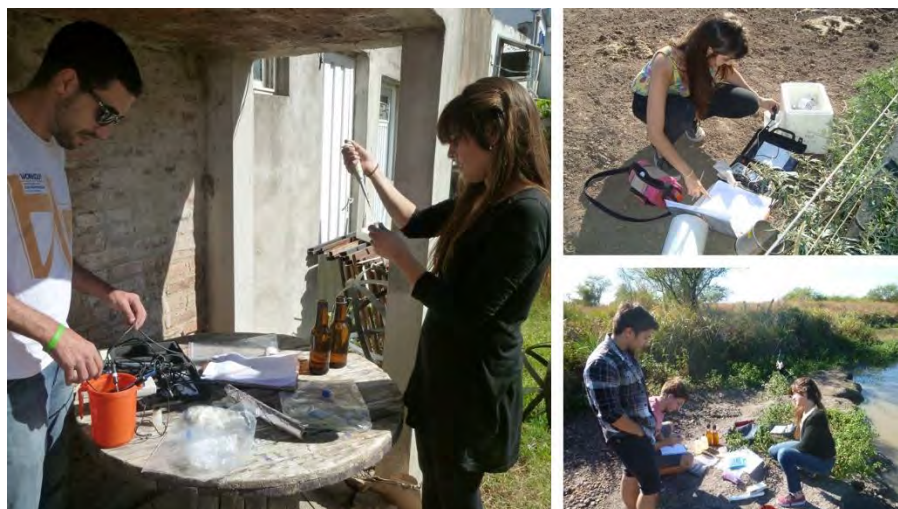


tomadas por duplicado y en algunos casos por triplicado para evaluar la recuperación por medio del sobreagregado *in situ* de un MIX de plaguicidas. A las muestras recolectadas en botellas de vidrio, se les agregó 5 ml de hexano, a modo de conservante de los analitos durante el almacenamiento.



**Figura 4.4.** Fotos representativas de la toma de muestras de aguas superficiales (*arriba*), aljibe, red y pozo (*debajo, de izquierda a derecha*)

Adicionalmente, se midieron *in situ* parámetros fisicoquímicos generales con un equipo Multiparámetro marca Lutron® modelo WA-2017SD ([figura 4.5](#)), y para cada muestra de agua se tomaron duplicados ambientales en botellas plásticas de 500 ml para la determinación de parámetros fisicoquímicos generales en laboratorio.



**Figura 4.5.** Fotos representativas de la medición de parámetros fisicoquímicos *in situ* en las muestras de agua

#### *Procedimiento toma de muestras de suelo y sedimentos*

Las muestras de suelo y sedimentos (matrices sólidas) consistieron en muestras integradas, obtenidas a partir de muestras puntuales tomadas en distintos lugares dentro de la superficie de trabajo, y unificadas luego en una bolsa de cierre hermético tipo Ziploc®. Una vez obtenida la muestra integrada, se homogeneizó y se conservó en frío hasta llegar al laboratorio. La estrategia para las muestras de suelo consistió en recorrer el sitio de muestreo a través de un trayecto en forma de zig-zag recogiendo una muestra puntual cada 5 o 10 pasos, dependiendo de la extensión, en pos de obtener muestras representativas de los sitios estudiados. Las mismas fueron recolectadas de forma subsuperficial, a 10 cm de profundidad (Bento y otros, 2016) con un barreno de tipo cónico y acero inoxidable removiendo previamente la vegetación de la superficie. Las muestras de suelo se tomaron en espacios de uso urbano como plazas, calles, veredas, patios, baldíos (todos ubicados dentro del pueblo), espacios de uso rural (campos y caminos rurales) y de uso mixto (cooperativas vinculadas al agro, ubicadas en el pueblo y/o en la periferia de los mismos). Los sedimentos de fondo se tomaron desde la orilla del cuerpo de agua con una pala de acero inoxidable, buscando recoger aproximadamente 500g de muestra, obtenidas del agrupado de muestras puntuales. En la [figura 4.6](#) se observan fotos representativas de la toma de muestras de suelo y sedimentos en las tres localidades estudiadas.



**Figura 4.6.** Fotos representativas de la toma de muestra de sedimentos (a) y suelos (baldío, plaza, vereda, patio de escuela y campo de maíz; b, c, d, e y f respectivamente)

*Procedimiento toma de muestras de Material Particulado de calidad de aire: MPS, cascarilla de maíz y MP<sub>10</sub>*

En las tres localidades de estudio, se recolectó material particulado sedimentable (partículas y fracción soluble) durante treinta días en recipientes plásticos de PVC de 16,0 cm de diámetro interno, según las especificaciones del Método D1739-89 (ASTM, 2010). Cabe aclarar que por cuestiones de logística, accesibilidad y seguridad se realizó una modificación de dicha norma en relación a la altura de disposición de los recipientes, ya que algunos fueron colocados en los techos de las casas de vecinos, a una altura de entre 3 y 4 metros. En cada localidad se ubicaron dispositivos en zonas periurbanas, urbanas centrales y en lo posible rurales (como se detalla más adelante para cada escenario en los apartados 5B.2 y 5B.3). A cada uno de los recipientes se le realizó un sobreagregado *in situ* de estándares de depuración o trazadores isotópicos consistentes en Atrazina-<sup>5</sup>D y Glifosato-<sup>13</sup>C-<sup>15</sup>N. Una vez transcurridos los 30 días, los colectores fueron retirados y enviados al laboratorio. Esta tarea se realizó en coordinación con los grupos de investigación y/o vecinos que intervinieron en cada caso, de acuerdo con las capacitaciones ofrecidas en los talleres de IAP y al instructivo que les fue enviado para la correcta disposición y envío al laboratorio, tanto del agua contenida en los recipientes como del material particulado adherido a los mismos. El instructivo se detalla en el [ANEXO D](#) del presente escrito. En la [figura](#)



4.7 se muestran fotos representativas del procedimiento de muestreo de MPS en las 3 localidades estudiadas.

En el caso particular de Monte Maíz, se recolectó una muestra de cascarilla de maíz en cada uno de los muestreos, ya que, por la presencia de silos de acopio de granos dentro del pueblo, es cotidiano visualizar dicha cascarilla esparcida en las calles y veredas de la localidad, siendo una preocupación para los vecinos por su potencial contaminación con agrotóxicos. La muestra de cascarilla fue tomada de manera integrada con pala de acero inoxidable; las muestras puntuales se unificaron en una bolsa de cierre hermético tipo Ziploc® (figura 4.8), la cual se conservó en frío hasta su llegada al laboratorio.

Para el caso particular de San Salvador, se realizó un muestreo adicional de material particulado inhalable ( $MP_{10}$ ), debido a la problemática de contaminación atmosférica característica de dicha localidad como se desarrollará en la sección B. El mismo se realizó en marzo de 2017 en días simultáneos a la recolección de MPS correspondiente al tercer muestreo.



**Figura 4.7.** Fotos representativas de la colocación de los colectores para MPS



**Figura 4.8.** Foto representativa de la toma de muestra de cascarilla de maíz en MM

La metodología utilizada, consistió en la colocación del equipo Minivol TAS, el cual es un muestreador portable de aire ambiente que opera con caudales bajos, equipado para operar conectado a una fuente de corriente continua. Con dicho equipo se recolectaron muestras de MP<sub>10</sub>, utilizándose filtros de fibra de vidrio de 46,2 mm de diámetro y de 2  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro. Dichos filtros se mantuvieron en un recipiente con sílicagel hasta el momento del muestreo. La duración del mismo fue de 24 horas a un flujo constante de 5 litros  $\text{min}^{-1}$ . Se seleccionaron 4 sitios de muestreo en distintas zonas dentro de la localidad. Se tuvieron en cuenta para dicha selección las factibilidades de conexión eléctrica y seguridad del equipo utilizado. En la [figura 4.9](#) se pueden observar fotos tomadas durante la colocación de los Minivol TAS.

### **Plaguicidas estudiados**

Teniendo en cuenta la clasificación del organismo blanco o plaga a combatir, se seleccionaron para su determinación 47 plaguicidas, de los cuales 15 son herbicidas, 27 insecticidas (considerando isómeros) y 5 fungicidas por ser estos tres segmentos los más utilizados en el mercado nacional (como se presentó en el ANEXO A. IV), y por ser también los principales grupos de plaguicidas empleados actualmente en la agricultura en el mundo (*rev de Souza y otros, 2020*).



**Figura 4.9.** Imágenes representativas de la colocación de los equipos Minivol TAS para la medición de  $MP_{10}$  en SS. *Arriba a la izquierda* se observa un sitio en donde se colocaron los dispositivos para medir tanto  $MP_{10}$  como MPS en simultáneo

Se estudiaron a su vez 9 metabolitos de degradación ambiental de relevancia, ya sea por el volumen de uso actual del compuesto parental (como son los metabolitos de los herbicidas Glifosato y Atrazina) o por la relevancia histórica de activos que se han utilizado en grandes cantidades y que por sus características fisicoquímicas resultan tener alto potencial de persistencia, contaminación y toxicidad como es el caso de los insecticidas organoclorados. Teniendo en cuenta la totalidad de los activos, sus isómeros y metabolitos ambientales **se analizan en la presente tesis 56 compuestos químicos**. Dicho número representa la totalidad de los compuestos analizados durante todo el transcurso de la tesis. Sin embargo, en cada muestreo y en cada matriz ambiental, el número de plaguicidas fue variando debido principalmente a la accesibilidad y disponibilidad de equipamiento, lo que se especifica en el apartado 4A.3 al inicio de la presentación de los resultados de cada matriz analizada. En la [tabla 4.4](#) se presentan todos los compuestos analizados con las clasificaciones que se detallaron en la introducción del presente capítulo, las propiedades fisicoquímicas y las constantes de reparto utilizadas posteriormente en la discusión. La tabla fue realizada con información recogida de la base de datos Pesticide Properties Data Base (PPDB, 2019) y la Guía de Clasificación de plaguicidas según su peligrosidad recomendada por la Organización Mundial de la Salud (WHO - IPCS, 2010).

Cabe aclarar en esta instancia que la producción, comercialización y uso de los plaguicidas Aldrin, Dieldrin, Heptacloro, Hexaclorociclohexano y DDT fue prohibido en Argentina entre 1980 y 1992, y mundialmente en el marco del Convenio de Estocolmo en el 2001. Diez años más tarde el Endosulfan fue incluido en dicho Convenio (SC, 2011) y en nuestro país se prohibió su importación en 2012 y su elaboración, formulación, comercialización y uso en 2013 (SENASA 2011, Resolución 511)<sup>25</sup> .

---

<sup>25</sup> Es el año 2011 cuando Nicolás Arévalo, niño correntino de cuatro años falleció intoxicado por el Endosulfan que se aplicó en una tomatera cercana a su casa, y volvió a morir cuando en diciembre del 2016 el principal acusado vía judicial fue absuelto por la justicia (Sández, 2016a).

**Tabla 4.4** Plaguicidas estudiados y sus características principales según clasificaciones y propiedades fisicoquímicas descriptas en el apartado 4A.1

Plaguicida/principio activo	N° CAS	Fórmula química	Clasificación			PM (g/mol)	Solubilidad en agua 20°C (mg/l)	Cte Herny 25°C (Pa.m³/mol)	Log Kow (pH:7-20°C)	Log Koc
			Organismo objetivo	Familia química	Toxicidad aguda - OMS					
2,4 Diclorofenoxiacético	94-75-7	C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Herbicida	Clorofenoxiácido	II	221,0	24300	4x10 <sup>-6</sup>	-0,8	1,6
Acetocloro	34256-82-1	C <sub>14</sub> H <sub>20</sub> ClNO <sub>2</sub>	Herbicida	Cloroacetanilida	III	269,8	282	2,1x10 <sup>-3</sup>	4,1	2,2
Ácido aminometilfosfónico	1066-51-9	CH <sub>6</sub> NO <sub>3</sub> P	Metabolito del Glifosato	-	S/C	111,0	1466561	0,16	-1,6	3,3
Atrazina	1912-24-9	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> ClN <sub>5</sub>	Herbicida	Triazina	III	215,7	35	1,5x10 <sup>-4</sup>	2,7	2,0
Atrazina desetil	6190-65-4	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> ClN <sub>5</sub>	Metabolito de la Atrazina	-	S/C	187,6	2700	1,5x10 <sup>-4</sup>	1,5	2,0
Atrazina desisopropil	1007-28-9	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> ClN <sub>5</sub>	Metabolito de la Atrazina	-	S/C	173,6	980	-	1,1	2,1
Clorimuron etil	90982-32-4	C <sub>15</sub> H <sub>15</sub> ClN <sub>4</sub> O <sub>6</sub> S	Herbicida	Sulfonilurea	III	414,8	1200	1,7x10 <sup>-10</sup>	0,1	2,0
Dicamba	1918-00-9	C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Herbicida	Ácido benzoico	II	221,0	250000	1,0x10 <sup>-4</sup>	- 1,9	-
Diclosulam	145701-21-9	C <sub>13</sub> H <sub>10</sub> Cl <sub>2</sub> FN <sub>5</sub> O <sub>3</sub> S	Herbicida	Sulfonilurea	U	406,2	6,3	-	0,9	2,0
Glifosato	1071-83-6	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> NO <sub>3</sub> P	Herbicida	Fosfono aminoácido	III	169,1	10500	2,1x10 <sup>-7</sup>	-3,2	3,2
Imazapic	104098-48-8	C <sub>14</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	Herbicida	Imidazolinona	S/C	275,3	2230	-	2,5	2,1
Imazaquin	81335-37-7	C <sub>17</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	Herbicida	Imidazolinona	U	311,3	102000	3,7x10 <sup>-12</sup>	-1,1	-
Imazetapir	81335-77-5	C <sub>15</sub> H <sub>19</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	Herbicida	Imidazolinona	U	289,3	1400	1,3x10 <sup>-2</sup>	1,5	1,7
Metribuzin	21087-64-9	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> N <sub>4</sub> OS	Herbicida	Triazina	II	214,3	10700	2,5x10 <sup>-3</sup>	1,8	-
Metsulfuron	79510-48-8	C <sub>13</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> O <sub>6</sub> S	Herbicida	Sulfonilurea	U	367,3	172	2,4x10 <sup>-11</sup>	1,7	-
Pendimetalina	40487-42-1	C <sub>13</sub> H <sub>19</sub> N <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Herbicida	Dinitroanilina	II	281,3	0,33	1,27	5,4	4,2
Metolacloro	51218-45-2	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> ClNO <sub>2</sub>	Herbicida	Cloroacetanilida	III	283,8	530	2,4x10 <sup>-3</sup>	3,4	2,1
Trifluralina	1582-09-8	C <sub>13</sub> H <sub>16</sub> F <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Herbicida	Dinitroanilina	U	335,3	0,22	10,2	5,3	4,2
Azoxitrobin	131860-33-8	C <sub>22</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	Fungicida	Estrobilurinas	U	403,4	6,7	7,4x10 <sup>-9</sup>	2,5	2,8
Ciproconazol	94361-06-5	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> ClN <sub>3</sub> O	Fungicida	Triazol	II	291,8	93,0	5,0x10 <sup>-5</sup>	3,1	-
Epoxiconazol	135319-73-2	C <sub>17</sub> H <sub>13</sub> ClFN <sub>3</sub> O	Fungicida	Triazol	S/C	329,8	7,1	4,7x10 <sup>-4</sup>	3,3	-
Metconazol	125116-23-6	C <sub>17</sub> H <sub>22</sub> ClN <sub>3</sub> O	Fungicida	Triazol	II	319,8	30,4	2,2x10 <sup>-7</sup>	3,9	-
Tebuconazol	107534-96-3	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> ClN <sub>3</sub> O	Fungicida	Triazol	II	307,8	36	1,0x10 <sup>-5</sup>	3,7	-
Aldrin Ø	309-00-2	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub>	Insecticida	Organoclorado	*	364,9	0,027	17,2	6,5	4,2
Ametrina	834-12-8	C <sub>9</sub> H <sub>17</sub> N <sub>5</sub> S	Insecticida	Piretroide	II	227,1	200	4,1x10 <sup>-4</sup>	2,6	2,5

**Tabla 4.4 (continuación)** Plaguicidas estudiados y sus características principales

Plaguicida/principio activo	N° CAS	Fórmula química	Clasificación			PM (g/mol)	Solub. en agua (mg/l)	Cte Herny 25°C (Pa.m <sup>3</sup> /mol)	Log Kow	Log Koc
			Organismo objetivo	Familia química	Toxicidad OMS					
Bifentrin	82657-04-3	C <sub>23</sub> H <sub>22</sub> ClF <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	Insecticida	Piretroide	II	422,9	0,001	7,7x10 <sup>-5</sup>	6,6	5,4
Carbaril	63-25-2	C <sub>12</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	Insecticida	Carbamato	II	201,2	9,1	9,2x10 <sup>-5</sup>	2,4	2,5
Carbofuran	1563-66-2	C <sub>12</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>3</sub>	Insecticida	Carbamato	Ib	221,3	322	5,0x10 <sup>-5</sup>	1,8	-
Cipermetrina	52315-07-8	C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> Cl <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	Insecticida	Piretroide	II	416,3	0,009	0,31	5,5	5,5
Clorpirifos	2921-88-2	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> Cl <sub>3</sub> NO <sub>3</sub> PS	Insecticida	Organofosforado	II	350,6	1,05	0,48	4,7	3,7
DDD (p'p)	72-54-8	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> Cl <sub>4</sub>	Metabolito del DDT	-	S/C	320,0	0,09	4,0x10 <sup>-6</sup>	6,0	5,1
DDE (o,p' + p'p)	72-55-9	C <sub>14</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>4</sub>	Metabolito del DDT	-	S/C	318,0	0,12	-	6,5	-
DDT (o,p' + p'p) Ø	50-29-3	C <sub>14</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>5</sub>	Insecticida	Organoclorado	II	354,5	0,006	0,84	6,9	5,2
Deltametrina	52918-63-5	C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> Br <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	Insecticida	Piretroide	II	505,2	0,0002	3,1x10 <sup>-2</sup>	4,6	7,0
Diazinon	333-41-5	C <sub>12</sub> H <sub>21</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> PS	Insecticida	Organofosforado	II	304,3	60	6,9x10 <sup>-2</sup>	3,7	2,8
Dieldrin Ø	60-57-1	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub> O	Insecticida	Organoclorado	*	380,9	0,14	6,5x10 <sup>-2</sup>	3,7	4,1
Endosulfan (α+β) Ø	115-29-7	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> O <sub>3</sub> S	Insecticida	Organoclorado	II	406,9	0,32	1,48	4,7	4,1
Endosulfan sulfato	1031-07-8	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> O <sub>4</sub> S	Metabolito del Endosulfan	-	S/C	422,9	0,48	-	3,7	3,7
Fipronil	120068-37-3	C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> F <sub>6</sub> N <sub>4</sub> OS	Insecticida	Fenipirazoles	II	437,2	3,78	2,3x10 <sup>-4</sup>	3,8	2,9
Endrin	72-20-8	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub> O	Insecticida	Organoclorado	*	380,9	0,24	0,15	3,2	4,0
Heptacloro Ø	76-44-8	C <sub>10</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>7</sub>	Insecticida	Organoclorado	*	373,3	0,056	353	5,4	4,4
Heptacloro epóxido (A y B)	1024-57-3	C <sub>10</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>7</sub> O	Metabolito del Heptacloro	-	S/C	389,3	0,2	-	5,0	4,4
Hexaclorociclohexano (α+β+γ) Ø	608-73-1	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub>	Insecticida	Organoclorado	II	290,8	8,53#	1,48x10 <sup>-6</sup> #	3,5#	3,1#
Imidacloprid	138261-41-3	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> ClN <sub>5</sub> O <sub>2</sub>	Insecticida	Neonicotinoide	II	255,7	610	1,7x10 <sup>-10</sup>	0,6	-
Lambacialotrina	91465-08-6	C <sub>23</sub> H <sub>19</sub> ClF <sub>3</sub> NO <sub>3</sub>	Insecticida	Piretroide	II	449,8	0,005	2,0x10 <sup>-2</sup>	5,5	5,5
Malation	121-75-5	C <sub>10</sub> H <sub>19</sub> O <sub>6</sub> PS <sub>2</sub>	Insecticida	Organofosforado	III	330,4	148	1,0x10 <sup>-3</sup>	2,7	3,3
Tetrametrina	7696-12-0	C <sub>19</sub> H <sub>25</sub> NO <sub>4</sub>	Insecticida	Piretroide	U	331,4	1,8	0,17	4,6	3,2
Thiodicarb	59669-26-0	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> N <sub>4</sub> O <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	Insecticida	Carbamato	II	354,5	22,2	4,3x10 <sup>-2</sup>	1,6	-
Paration	56-38-2	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> NO <sub>5</sub> PS	Insecticida	Organofosforado	Ia	291,3	12,4	3,0x10 <sup>-2</sup>	3,8	3,9
Permetrina	52645-53-1	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Insecticida	Piretroide	II	391,3	0,2	0,19	6,1	5,0

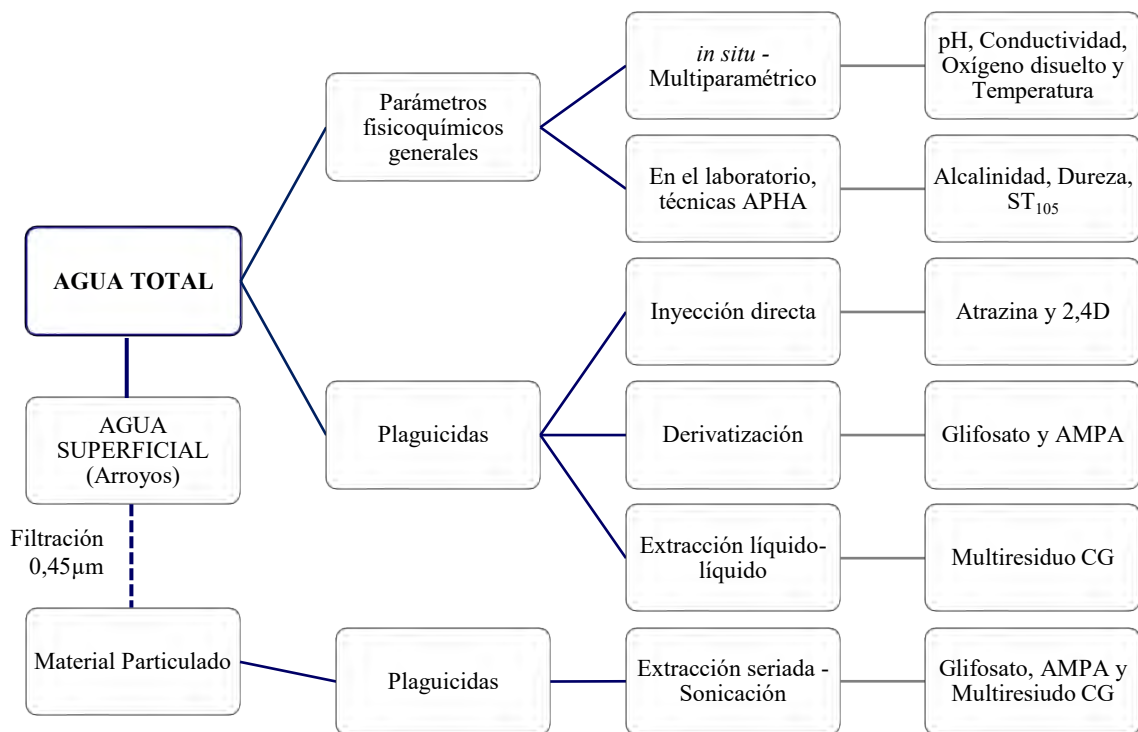
S/C: Sin clasificación; Ø Prohibido su producción, comercialización y uso; \* Ingredientes activos no incluidos en la clasificación por considerarse obsoletos o discontinuados en su uso como plaguicidas; #: Del isómero γ-HCH; U: Según la clasificación de la OMS "Es poco probable que presente un peligro agudo en uso normal".

## Metodología analítica

Previo a cada apartado, se presenta un esquema donde se resumen las metodologías empleadas y los parámetros/plaguicidas estudiados en cada matriz ambiental. Al finalizar se detalla el equipamiento y las metodologías de análisis instrumental utilizadas (CG- $\mu$ ECD, GC-MS, HPLC-MS y UPLC-MS/MS).

- Muestras de agua

En la [figura 4.10](#) se puede observar el esquema general con todas las técnicas utilizadas en las muestras de agua total (soluble más particulado). Dichas metodologías se utilizaron tanto para las muestras de red, aljibe, pozo y aguas superficiales. Adicionalmente, en estas últimas se determinó la presencia de plaguicidas en el material particulado en suspensión, previa filtración *in situ* de 150ml de muestra por membranas de nylon de 0,45  $\mu$ m de poro y 47 mm de diámetro.



**Figura 4.10.** Esquema de las metodologías analíticas empleadas y los parámetros/plaguicidas estudiados en las muestras de agua

### *Parámetros fisicoquímicos generales en aguas*

Como se mencionó anteriormente se midieron parámetros fisicoquímicos generales de calidad de agua. *In situ* se determinaron pH, conductividad (C), oxígeno disuelto (OD) y temperatura (T) con un equipo Multiparámetro marca Lutron® modelo WA-2017SD. En el laboratorio se determinaron alcalinidad, dureza y sólidos totales a 105°C (ST<sub>105</sub>). Estos último tres parámetros se realizaron por técnicas estandarizadas (APHA, 1998). Específicamente, los parámetros alcalinidad y dureza se determinaron siguiendo los lineamientos de los métodos titulométricos 2320 y 2340C respectivamente, y los ST<sub>105</sub> de acuerdo al método gravimétrico 2540B.

### *Extracción de plaguicidas en aguas*

El procesamiento de las muestras de agua en laboratorio se realizó dentro de los 3 a 10 días seguidos a la toma como máximo, según las recomendaciones de la USEPA SW-846 (2007b).

#### Inyección directa

Los herbicidas Atrazina y 2,4-D fueron analizados por inyección directa de una alícuota de muestra en HPLC-MS, previa filtración de las mismas por membrana de nylon de 0,45 µm de poro y 25 mm de diámetro.

#### Derivatización con FMOC-Cl

La técnica utilizada para determinar la presencia de Glifosato y su metabolito de degradación ambiental Ácido aminometilfosfónico (AMPA), fue desarrollada, validada y aplicada en diversas matrices ambientales, por el grupo de trabajo del CIM (Aparicio y otros, 2013; Primost y otros, 2017). La misma consta de la derivatización de los analitos con FMOC-Cl (Ibáñez y otros, 2006; Hanke y otros, 2008), la cual consiste en una reacción de sustitución nucleofílica a nivel del grupo amino secundario en un buffer borato a pH: 9, cuyo producto es el FMOC-Glifosato y HCl. El procedimiento consistió en tomar 1 ml de muestra en un tubo de polipropileno de 15 ml, al cual se adicionaron 0,5 ml de buffer borato y 10 µL de una solución de 1 mg/L de <sup>13</sup>C-<sup>15</sup>N-Glifosato como trazador interno para evaluar la recuperación del analito en cada muestra. A la alícuota obtenida se le agregó 1 ml de solución derivatizante de FMOC-Cl (1 mg/mL ACN), se agitó y dejó reaccionar en condiciones de oscuridad (para evitar degradación fotolítica) durante toda la noche.



Posteriormente se realizó una limpieza (*clean up*) con diclorometano en una relación 1:2, con el objetivo de extraer compuestos hidrofóbicos y eliminar el exceso de FMOC-Cl. Finalmente se centrifugó para separar las fases, y se procedió a la filtración de la fase acuosa con filtros de jeringa de 0,45µm para sus posterior análisis y detección por HPLC-MS.

#### Extracción líquido-líquido

Al conjunto de plaguicidas (principalmente insecticidas y fungicidas) analizados por cromatografía gaseosa, se los denominó “Multiresiduo CG”. Los mismos se detallan en el apartado de análisis instrumental. Dichos plaguicidas en aguas se determinaron de acuerdo a los lineamientos pautados por el Método 3500C (USEPA, 2007b). El mismo constó de una extracción líquido-líquido a pH:5, con diclorometano en una relación fase orgánica:fase acuosa 1:10. Luego se procedió a la fase de concentración de los analitos extraídos, mediante secado del solvente con corriente de N<sub>2</sub> con 1-octanol como solvente auxiliar de evaporación (Anastassiades y otros, 2003). Por último, se procedió a la resuspensión en 0,5 ml de hexano y trasvase final a un vial cromatográfico conservado a -20°C hasta el posterior análisis instrumental (CG-µECD y GC-MS).

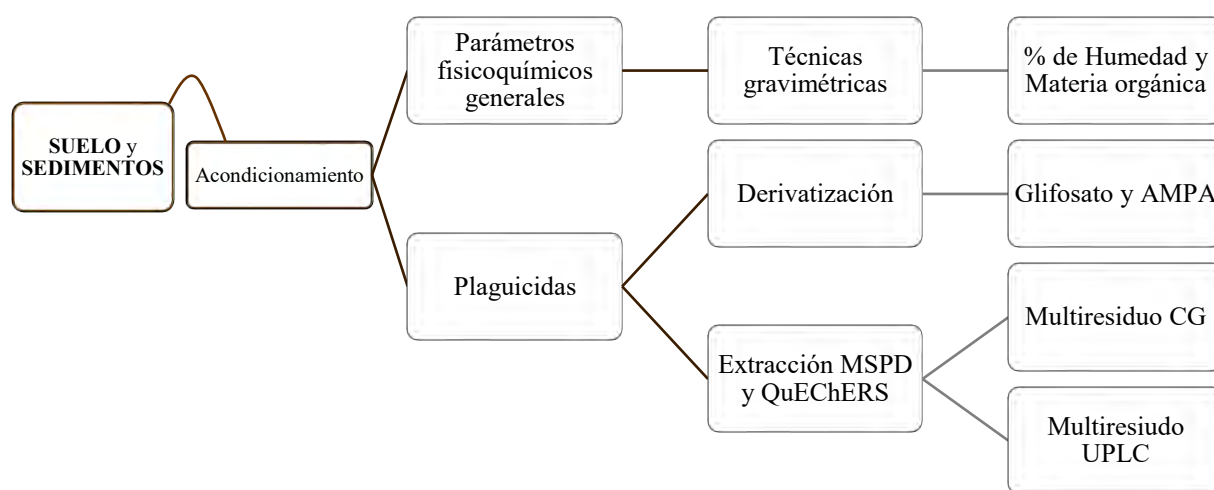
#### Extracción seriada

Los filtros de nylon con el contenido de material particulado en suspensión de las muestras de aguas superficiales (arroyos), se colocaron en desecadores para eliminar el contenido de humedad. Luego se procedió a una extracción seriada para la determinación de los plaguicidas “Multiresiduo CG” y Glifosato y AMPA. Para ello, los filtros se dispusieron en vasos de precipitados de 80 ml y se le sobreagregaron 50 µl de una solución 1 mg/L de <sup>13</sup>C-<sup>15</sup>N-Glifosato como trazador interno. Adicionalmente fueron sobreagregados filtros con 10 µl de un Mix de estándares de plaguicidas de concentración nominal 10 mg/L de cada componente, para el ensayo de recuperación de la técnica de extracción. La misma se realizó con dos contactos de 5 ml de una mezcla 3:1 de metanol:acetona, mediante sonicación durante 15 min siguiendo los lineamientos del Método 3550C (USEPA, 2007b). Dichas fracciones se unificaron y trasvasaron a un tubo de vidrio, al cual se le adicionó 1-octanol previo al secado por corriente de N<sub>2</sub> y resuspensión final con 0,5 ml de hexano en viales cromatográficos, los cuales se almacenaron a -20°C hasta su inyección en el CG-MS. En esta etapa se logran determinar los “Multiresiduo CG”. A continuación, los filtros ya extraídos con metanol:acetona se dejaron orear por 15 minutos y en el mismo vaso se agregaron 3 ml de una

solución buffer borato/fosfato como extractante para Glifosato y AMPA. Se realizan dos contactos de 10 minutos mediante sonicación. De dicho sobrenadante, se tomó 1ml, y se procedió a la derivatización, *clean up*, filtración y análisis instrumental por HPLC-MS de igual manera que para las muestras de agua total.

- Muestras de Matrices sólidas: suelo y sedimentos

En la [figura 4.11](#) se puede observar el esquema general con todas las técnicas utilizadas en las muestras suelo y sedimentos.



**Figura 4.11.** Esquema de las metodologías analíticas empleadas y los parámetros/plaguicidas estudiados en las muestras de suelo y sedimentos

#### *Acondicionamiento*

Las muestras de suelo y sedimentos, previo al análisis de parámetros generales y plaguicidas fueron acondicionados mediante una homogeneización y mezclado de la muestra. Particularmente los suelos fueron posteriormente tamizados con tamiz de 2mm. Una vez acondicionadas se fraccionaron y conservaron a -20°C (SAMLA, 2004).

### *Parámetros fisicoquímicos generales en suelos*

El contenido porcentual de humedad (%H) fue calculado a partir de la pérdida de agua a 105°C, por pesada gravimétrica hasta peso constante, según lineamiento del SAMLA (2004). El contenido de materia orgánica (%MO) fue calculada a partir de la pérdida directa de peso o pérdida por ignición (loss of ignition - LOI, por sus siglas en inglés) a 550°C (Heiri y otros, 2001).

### *Extracción de plaguicidas en suelos*

#### Derivatización con FMOC-Cl

Para realizar el análisis de Glifosato y AMPA en los suelos y sedimentos se procedió de manera equivalente a lo propuesto por Primost y otros (2017) y Mac Loughlin y otros (2017) respectivamente, para ello se pesaron 5 gr de muestra acondicionada en un tubo de polipropileno de 50 ml con el agregado de 150 µL una solución de 20 mg/L de  $^{13}\text{C}$ - $^{15}\text{N}$ -Glifosato como trazador interno. A continuación, en la etapa de extracción de los analitos desde las matrices sólidas, se realizó el agregado de una solución buffer borato/fosfato como extractante en una relación 1:5 sólido:extractante, seguido de tres ciclos de sonicación y agitación. Luego se procedió a centrifugar durante 10 minutos a 3000 rpm con el objetivo de obtener el sobrenadante. Se tomó 1 ml del mismo, y se procedió a la derivatización, *clean up*, filtración y análisis instrumental de igual manera que para las muestras de agua.

#### Extracción MSPD

Las muestras de suelo correspondientes a MM1 y VSJ1, primeros muestreos realizados en la presente tesis, fueron extraídas por dispersión de matriz en fase sólida (matrix solid phase dispersion - MSPD) siguiendo el método descrito por Lozowicka y otros (2012). Dicha metodología se utilizó para la extracción del conjunto de plaguicidas “Multiresiduo CG”. Para ello 2,5 gr de suelo acondicionado y secado al aire durante 24 hs, se dispersó con 5 gr de florisil en un mortero. Esta mezcla se introdujo en una columna cromatográfica de vidrio de 10 mm de diámetro y 40 cm de largo, previamente cargada con 3 g de sílica gel y 6 g de sulfato de sodio anhidro. Dicho sistema cromatográfico se eluyó con dos fracciones de 20 ml de una mezcla 4:1 de hexano:acetona y 1:2:2 de hexano:acetona:éter etílico respectivamente. Ambas eluciones se llevaron a sequedad

mediante corriente de N<sub>2</sub>, se resuspendieron en 0,5 ml de hexano y finalmente trasvasaron a un vial cromatográfico conservado a -20°C hasta el posterior análisis instrumental (CG-μECD).

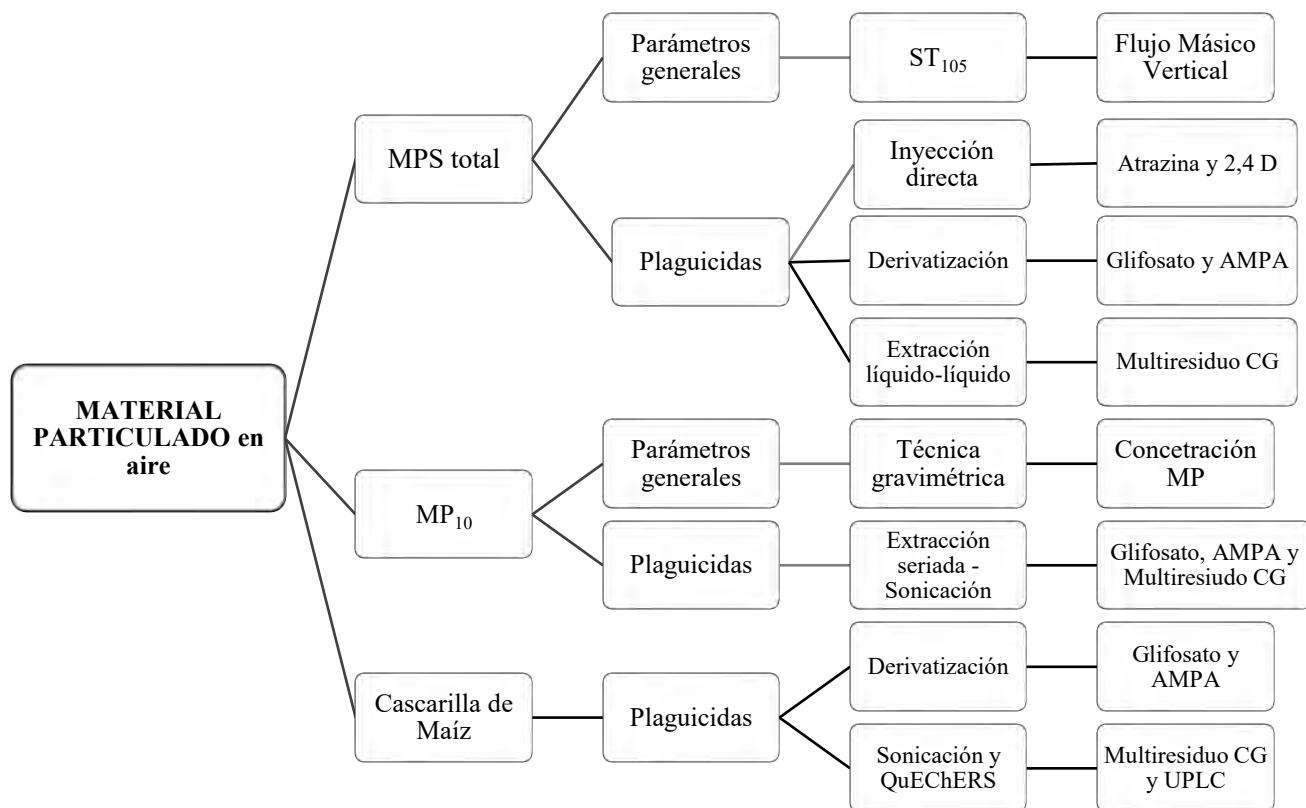
### Extracción QuEChERS

Las muestras de suelo y sedimentos de todos los muestreos realizados, exceptuando MM1 y VSJ1, se procesaron mediante un método de extracción multiresiduo sólido-líquido denominado QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) (AOAC, 2011) adaptado y optimizado para dichas matrices de estudio (Mac Loughlin y otros, 2017a; Bernasconi y otros, 2019). A través del mismo, se extrajeron los plaguicidas denominados “Multiresiduos CG” y “Multiresiduo UPLC” (detallados en el apartado de análisis instrumental).

La metodología consistió en pesar 5 y 7 gramos de suelo y sedimento acondicionado respectivamente, en tubos falcon de 50 ml según lo propuesto por Bernasconi y otros (2021) y Sansiñena y otros (2018). A cada muestra se le sobreagregó 75 μl de una solución de 1 mg/L de Atrazina-<sup>5</sup>D como trazador interno. A su vez, fueron seleccionadas diversas muestras (buscando abarcar la diversidad de los tipos de suelo) para la realización de sobreagregados de 30 μl de un MIX de estándares de plaguicidas de concentración nominal 10 mg/L de cada componente, para el ensayo de recuperación de la técnica de extracción. Luego, se procedió al agregado de 10 ml de agua, seguida de 15 ml de ACN frío, agitación y sonicación durante 10 minutos; este último paso de agitación-sonicación se realizó dos veces consecutivas. Posteriormente se incorporaron 6gr de MgSO<sub>4</sub> y 2 gr de NaCl y se agitaron nuevamente los tubos por 1 minuto. Finalmente se centrifugaron durante 5 minutos a una velocidad de 3000 rpm. El sobrenadante se separó en dos alícuotas: una para análisis por CG-MS y otra para análisis por UPLC-MS/MS. Para el primer tipo de instrumental la alícuota tomada fue de 5 ml, a la cual se adicionó 1-octanol previo al secado por corriente de N<sub>2</sub>, resuspensión con 0,5 ml de hexano y *clean up* final por medio del agregado de negro de carbón grafitado (GCB). Los viales cromatográficos se almacenaron a -20°C hasta su inyección en el CG-MS. Para el segundo grupo de plaguicidas, analizado por UPLC, se tomó 1 ml de sobrenadante y se lo almacenó a -80 °C hasta su posterior análisis instrumental.

- Muestras de Material Particulado en aire: MPS, MP<sub>10</sub> y cascarilla de maíz

En la [figura 4.12](#) se puede observar el esquema general de las técnicas utilizadas en las muestras de material particulado en aire. Las mismas corresponden a MPS, MP<sub>10</sub> y cascarilla de maíz.



**Figura 4.12.** Esquema de las metodologías analíticas empleadas y los parámetros/plaguicidas estudiados en las muestras de material particulado en aire

#### *Parámetros generales en MPS y MP<sub>10</sub>*

Particularmente en la localidad de San Salvador, en las muestras recolectadas de MPS y MP<sub>10</sub> se determinó el Flujo Másico Vertical (*FMS*, mg/cm<sup>2</sup>.30días) y la concentración de MP en aire ([MP<sub>10</sub>], µg/m<sup>3</sup>), respectivamente. Esta última se determinó por gravimetría, por lo que, después del muestreo fue necesario colocar los filtros en desecadores durante al menos 48 horas para eliminar la humedad. Luego se calculó la concentración de MP<sub>10</sub> en el aire teniendo en cuenta el tiempo de muestreo (24horas) y el flujo utilizado en el equipo (5 L/min). Para la determinación del FMS, una vez llegados los colectores al laboratorio, se procedió al enjuague de los mismos con el

agua de lluvia contenida en cada uno, con el objetivo de recuperar cuantitativamente el material particulado del colector. Para los casos en que no contenían agua de lluvia, se enjuagaron con agua destilada. El agua total recolectada junto con el material adherido a los tachos, se homogeneizaron y se tomaron 100 ml para la determinación de ST<sub>105</sub> (Método 2540B, APHA 1998). Por último, el cálculo del flujo másico se realizó de acuerdo a la [ecuación 4.4](#).

$$FMV \left( \frac{mg}{cm^2 \cdot 30 \text{ días}} \right) = \frac{ST_{105} \left( \frac{mg}{L} \right) * \text{Volumen de agua de lluvia (L)}}{\text{Área del colector (cm}^2\text{)}} \quad \text{Ecuación 4.4}$$

#### *Extracción de plaguicidas en MPS y MP<sub>10</sub>*

Las determinaciones de plaguicidas en las muestras de MPS<sub>total</sub> (fracción soluble + material particulado), se realizaron con las mismas metodologías ya detalladas para agua total (inyección directa, derivatización y extracción líquido-líquido). El material particulado que se obtuvo previa filtración por membrana de nylon de 0,45µm y el MP<sub>10</sub>, se extrajeron con la metodología de sonicación seriada descrita anteriormente para el material particulado en suspensión de las aguas superficiales.

#### *Extracción de plaguicidas en cascarilla de maíz*

La extracción de la cascarilla de maíz correspondiente al primer muestreo de MM se realizó por sonicación siguiendo las pautas del Método 3550C (USEPA, 2007b), a través de 2 contactos consecutivos con acetona y diclorometano respectivamente. Dichas fracciones se unificaron, y luego concentraron y resuspendieron de igual manera que los extractos de las extracciones líquido-líquido. El análisis instrumental se realizó por CG-µECD. Por otro lado, la muestra de cascarilla correspondiente a MM2 fue extraída mediante la técnica original de QuEChERS destinada a la extracción de residuos de plaguicidas de productos alimenticios como frutas y verduras (AOAC, 2011). Se pesaron 2 gramos de cascarilla y se agregaron todos los reactivos y solventes a escala. Se tomó 1 ml del sobrenadante, al cual se le agregó GCB, se agitó y centrifugó. Dicho extracto se utilizó (500µl) para concentrar con corriente de N<sub>2</sub> y resuspender en 150µl de hexano para su posterior análisis por CG-MS y el volumen restante se almacenó a -80°C para analizar por UPLC-MS/MS. De esta manera se analizaron los 2 grupos de plaguicidas “Multiresiduo CG” y “Multiresiduo UPLC” como se observa en el esquema. Para el cálculo de la recuperación de ambas

técnicas de extracción utilizadas en la cascarilla de maíz, se realizó un sobreagregado de dicha con matriz con un Mix de estándares de plaguicidas de concentración nominal 10 mg/L de cada componente.

▪ Todos los materiales, reactivos, solventes y estándares empleados en las diversas metodologías analíticas recién expuestas para el análisis de plaguicidas en las distintas matrices ambientales, se detallan en el [ANEXO C](#).

- Análisis Instrumental

Dependiendo en cada caso de las propiedades fisicoquímicas de las moléculas estudiadas y la disponibilidad de equipamiento, se utilizaron para el análisis instrumental 4 cromatógrafos de media y alta complejidad que se describen a continuación.

- *Cromatógrafo gaseoso Agilent modelo 6890N*, acoplado a un micro detector de captura de electrones (CG-  $\mu$ ECD) equipado con el software operativo ChemStation, versión REV.A.10.02 [1757].

- *Cromatógrafo gaseoso Perkin Elmer modelo Clarus 580* acoplado a detector de masas de cuadrupolo simple Perkin Elmer modelo Clarus SQ 8S (CG-MS), equipado con el software operativo TurboMass versión 6.1 para adquisición de datos y análisis.

Ambos cromatógrafos se muestran en la [figura 4.13](#).



**Figura 4.13.** CG- $\mu$ ECD (izquierda) y CG-MS (derecha) utilizados para el análisis de plaguicidas

- *Cromatógrafo líquido Agilent modelo 1100*, con fuentes de ionización ESI acoplado a un espectrómetro de masas de cuadrupolo simple Agilent modelo VL con rango de masas 50-1500 umas (**HPLC-MS**), equipado con el software operativo ChemStation versión REV.A.10.02 [1757].

- *Cromatógrafo líquido de ultra alta precisión Waters® modelo Acquity*, con fuente de ionización ESI acoplado a un espectrómetro de masas de cuadrupolos tándem Waters modelo Quattro Premier XE (**UPLC-MS/MS**), equipado con el software operativo Masslynx 4.1 y su paquete Targetlynx.

Ambos cromatógrafos se muestran en la [figura 4.14](#).



**Figura 4.14.** HPLC-MS (izquierda) y UPLC-MS/MS (derecha) utilizados para el análisis de plaguicidas

Las condiciones cromatográficas y las de detección fueron adoptadas de los métodos previamente desarrollados por el grupo de trabajo. Las mismas se resumen en la [tabla 4.5](#) donde se especifican, además, los plaguicidas analizados en cada método instrumental. En los tres cromatógrafos acoplados a espectrómetro de masas, para cada molécula estudiada se utilizaron dos iones o transiciones de masa (en el caso de espectrometría de masa en tándem). Uno para cuantificación (el de mayor abundancia) y otro para confirmación (el de menor abundancia). Al conjunto de los 35 compuestos analizados por CG-MS se los denominó “Multiresiduo CG”. Los iones de cuantificación y confirmación utilizados para la detección de cada analito analizado se detallan en la [tabla 4.6](#). En la misma se detallan también los iones característicos utilizados en el HPLC-MS para los métodos de Atrazina y Atrazina-<sup>5</sup>D, 2,4D y Glifosato, Glifosato-<sup>13</sup>C<sup>15</sup>N y AMPA. En el UPLC-MS/MS, como se observa en la [tabla 4.5](#), se utilizaron 2 métodos. Uno específicamente para los herbicidas 2,4 D y Dicamba y el otro para el conjunto de los 21 analitos denominados “Multiresiduo UPLC”. Las transiciones de masa de cuantificación y confirmación utilizados para la detección de dichos compuestos se detallan en la [tabla 4.7](#).



**Tabla 4.5.** Equipamiento, plaguicidas analizados y condiciones cromatográficas y de detección utilizadas

<b>Instrumental</b>	<b>Plaguicidas Analizados</b>	<b>Columna cromatográfica</b>	<b>Condiciones cromatográficas</b>	<b>Condiciones de detección</b>
<b>CG-μECD</b>	Endosulfan (α y β), Clorpirifos, Cipermetrina, Lambdacialotrina, Epoxiconazol	J&W Scientific® DB-5 de 15 m de longitud, 0,53 de diámetro interno y 1,5 μm de tamaño de partícula	Inyector Split/splitless a 250°C, volumen de inyección 2 μl. Rampa de temperatura 80-250°C. H <sub>2</sub> (gas portador) N <sub>2</sub> (gas auxiliar)	Detector a 290°C
<b>CG-MS</b>	Multiresiduo CG	Phenomenex® Zebron ZB- SemiVolatiles de 30 metros de largo, 0,25 mm de diámetro interno y 0,25 μm de espesor de película	Inyector a 260°C, línea de transferencia a 300°C, fuente a 300°C. Volumen de inyección 2 μl. Rampa de temperatura de 80-300°C. He (gas portador) a flujo 1 ml/min	Ionización por impacto electrónico, en modo positivo a 70eV
<b>HPLC-MS</b>	Atrazina, Atrazina- <sup>5</sup> D 2,4D	Agilent XDB C <sub>18</sub> de 150 mm de longitud y 2,1 mm de diámetro interno, 5 μm de tamaño de partícula	Volumen de Inyección 20 μL. Fase acuosa (Ac. fórmico 0,1%), fase orgánica (ACN), flujo 0,5 ml/min	Ionización por Electrospray (ESI), en modo positivo  Ionización por Electrospray (ESI), en modo negativo
<b>HPLC-MS</b>	Glifosato, Glifosato- <sup>13</sup> C <sup>15</sup> N y AMPA	Xselect CSH C <sub>18</sub> de 75 mm de longitud y 4,6 mm de diámetro interno, 3,5 μm de tamaño de partícula	Volumen de Inyección 20 μL. Fase acuosa (NH <sub>4</sub> Ac 5mM), fase orgánica (NH <sub>4</sub> Ac 5mM en MeOH), flujo 0,5 ml/min	Ionización por Electrospray (ESI), en modo negativo
<b>UPLC-MS/MS</b>	2,4 D y Dicamba	ACQUITY UPLC® BEH C <sub>18</sub> de 100 mm de longitud y 2,1 mm de diámetro interno, 1,7 μm de tamaño de partícula y	Volumen de Inyección 20 μL. Fase acuosa (NH <sub>4</sub> Ac 2,5mM - 0,05% Ac. Fórmico), fase orgánica (NH <sub>4</sub> Ac 2,5mM - 0,05% Ac. Fórmico en ACN:	Ionización por Electrospray (ESI), en modo negativo
	Multiresiduo UPLC	130 Å de tamaño de poro	MeOH (1:1), flujo 0,3ml/min	Ionización por Electrospray (ESI), en modo positivo

**Tabla 4.6.** Iones de cuantificación y confirmación de los plaguicidas analizados por CG y HPLC-MS

	<b>Plaguicida</b>	<b>Ión cuantificación</b>	<b>Ión confirmación</b>
<b>CG-MS</b> <b>“Multiresiduo CG”</b>	Acetoclor	146	162
	Aldrin	263	66
	Atrazina	200	215
	Atrazina <sup>5</sup> D	205	220
	Azoxistrobin	344	388
	Bifentrin	181	165
	Cipermetrina	163	181
	Ciproconazol	139	222
	Clorpirifos	197	199
	Deltametrina	181	253
	Diazinon	137	179
	Dieldrin	79	81
	Endosulfan sulfato	272	274
	Endosulfan $\alpha$	195	241
	Endosulfan $\beta$	195	239
	Endrin	263	81
	Epoxiconazol	192	194
	Fipronil	367	369
	HCH ( $\alpha$ $\beta$ y $\gamma$ )	181	183
	Heptacloro	100	272
	Heptacloro epóxido (A/B)	353/183	81
	Lambdacialotrina	181	197
	Malation	125	173
	o, p' - DDE	246	248
	o, p' y p, p' - DDT	235	237
	p, p' - DDD	235	237
	p, p' - DDE	246	248
	Paration	291	139
	Pendimetalin	252	162
	Permetrina	183	165
	Tebuconazol	125	127
	Trifluralina	306	264
<b>HPLC-MS</b>	2,4D	219	221
	Atrazina	216	218
	Atrazina <sup>5</sup> D	221	223
	Glifosato	390	168
	Glifosato <sup>13</sup> C <sup>15</sup> N	392	156
	AMPA	110	332

**Tabla 4.7.** Transiciones de masa de cuantificación y confirmación de los plaguicidas analizados por UPLC-MS/MS

	<b>Plaguicida</b>	<b>Transición cuantificación</b>	<b>Transición confirmación</b>
<b>UPLC-MS/MS "Multiresiduo UPLC"</b>	Acetoclor	269,9 > 147,9	269,9 > 224
	Ametrina	228 > 95,9	228 > 185,9
	Atrazina	215,9 > 95,9	215,9 > 173,9
	Atrazina- <sup>5</sup> D	220,9 > 100,9	220,9 > 178,8
	Atrazina desetil	187,8 > 145,8	187,8 > 103,8
	Atrazina desisopropil	173,8 > 95,8	173,8 > 103,7
	Carbaril	201,90 > 126,9	201,9 > 144,9
	Carbofuran	222 > 122,9	222 > 164,9
	Clorimuron	414,9 > 185,9	414,9 > 212,9
	Diclosulam	405,9 > 160,9	407,9 > 162,9
	Epoxiconazol	329,9 > 120,9	329,9 > 122,9
	Imazapic	276 > 162,9	276 > 231,1
	Imazaquin	312 > 199	312 > 267
	Imazetapir	290 > 176,9	290 > 245,1
	Imidacloprid	255,9 > 175	255,9 > 209
	Metconazol	320 > 70	320 > 124,8
	Metolaclor	284 > 176	284 > 252
	Metribuzin	215 > 83,9	215 > 187
	Metsulfuron	381,9 > 166,8	381,9 > 198,8
	Tebuconazol	308 > 70	310 > 70
	Tetrametrina	332 > 135	332 > 163,9
	Thiodicarb	377,2 > 64	377,2 > 112,8
<b>UPLC-MS/MS</b>	2,4D	219,2 > 125	219,2 > 160,9
	Dicamba	218,8 > 174,8	220,8 > 176,8

### **Parámetros de aseguramiento de calidad del procedimiento analítico**

Las metodologías analíticas utilizadas en la presente tesis para la determinación de plaguicidas en las diversas matrices ambientales se realizaron bajo Normas y/o publicaciones internacionales, las cuales se han validado y empleado por el grupo de trabajo del CIM como ICH (2005), SANCO (2009) y SANTE (2015). Con el objetivo de evaluar la respuesta de dichas metodologías y asegurar la confiabilidad de los resultados, se realizó el estudio de distintos parámetros de calidad del procedimiento analítico. Para ellos, se evaluaron linealidad, límites de detección y cuantificación, y recuperaciones de los analitos en todas las matrices estudiadas.

La linealidad se evaluó para la totalidad de plaguicidas analizados, a través de la construcción de curvas de calibración en diversos intervalos dependiendo de la matriz y el equipamiento (de manera general desde 0,5 ppb a 200 µg/L). Las mismas se realizaron al momento de inyectar las muestras, utilizando patrones de los analitos respectivos y se obtuvieron en las mismas condiciones instrumentales que las muestras ya que fueron inyectadas durante su corrida. A través de regresiones lineales se obtuvieron las pendientes y las ordenadas al origen de cada curva de calibración. Se calcularon a su vez los parámetros de linealidad: coeficiente de correlación (R) y coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

Los límites de detección y cuantificación del instrumento (LDI y LCI) se calcularon a través del cociente entre la concentración real de un patrón y su respectiva relación señal-ruido (S/R). Dicho cociente se multiplicó por 3 ó 10 para obtener el LDI y LCI respectivamente. Los límites de detección y cuantificación del método (LDM y LCM) se obtuvieron a partir de los límites instrumentales multiplicado por un factor ( $f$ ) según el procedimiento metodológico aplicado en cada tipo de matriz. Dicho factor en matrices sólidas corresponde a la relación entre el volumen del extractante y la masa de muestra empleada. Para matrices líquidas, corresponde al factor de dilución. Para los plaguicidas analizados en aguas por inyección directa, estos límites fueron iguales a los instrumentales debido a que no se realizaron diluciones ni concentraciones.

La recuperación porcentual (%R) se evaluó a través del sobreagregado de plaguicidas en las matrices ambientales (Marino y Ronco, 2005). En función de las concentraciones esperadas y las obtenidas se calcularon factores de recuperación, los cuales se utilizaron para la corrección de las concentraciones en las muestras. Las recuperaciones para los plaguicidas sobreagregados *in situ* en las muestras de agua incluye las pérdidas del analito desde la toma de muestra hasta la determinación final, por lo que se utiliza como control interno de transporte, almacenado y procedimiento analítico. Por su parte, las recuperaciones obtenidas a través del sobreagregado en laboratorio, se refieren a las pérdidas de analito desde su extracción hasta su cuantificación. Particularmente los agregados de trazadores isotópicos (Atrazina- $^5D$  y Glifosato  $^{13}C^{15}N$  y) se utilizaron para calcular factores de recuperación intra muestra para dichos analitos.

## **Obtención e interpretación de resultados**

En primera medida, la obtención y posterior cuantificación de las concentraciones ambientales de plaguicidas se realizó a través del método del estándar externo usando el área cromatográfica como

parámetro de cuantificación, considerando las diluciones según las metodologías utilizadas y sus respectivas recuperaciones. Luego, y siguiendo la lógica descrita en materiales y métodos, los resultados se presentaron para cada matriz ambiental considerando las 3 localidades de estudio. Se evaluaron los parámetros de calidad del procedimiento analítico, y se presentaron en tablas los parámetros generales y las concentraciones obtenidas de todos los plaguicidas individuales, a las cuales se les realizó una estadística descriptiva. Se calculó la Carga Máscica Total (CMT) de plaguicidas, la cual hace referencia a la sumatoria de las concentraciones de los distintos analitos detectados en cada una de las muestras analizadas de las distintas matrices ambientales. Para dicho cálculo las concentraciones detectables pero no cuantificables (DNC) fueron reemplazadas por el valor del límite de detección respectivo. Se utilizaron también parámetros clásicos descriptivos como la media y su desviación estándar, la mediana y las concentraciones mínimas y máximas. En muchos casos, para algunas variables evaluadas por los programas estadísticos, se identificaron como “outliers” o como “valores extremos” a aquellos que superaron la amplitud del intervalo central de la distribución de los datos en torno a la media en 1,5 o 3 veces, respectivamente. Estos valores generalmente se asociaron a situaciones particulares que serán discutidas cuando corresponda. Para visualizar gráficamente esta información se utilizó el gráfico de cajas y bigotes (Box-plot). Adicionalmente, se evaluaron las frecuencias de aparición de los compuestos y se llevaron a cabo distintas exploraciones estadísticas orientadas a describir las concentraciones ambientales (verificando previamente la normalidad y la homocedasticidad de los datos mediante las pruebas de Shapiro Wilk y Bartlett, respectivamente). Con el fin de evaluar diferencias entre las concentraciones, identificar las matrices ambientales más afectadas, así como asociaciones entre variables cuantitativas y descriptivas, y comprender procesos de partición y distribución ambiental de los plaguicidas se realizaron pruebas de Wilcoxon y Kruskal-Wallis así como correlaciones de Pearson. Las concentraciones se evaluaron comparativamente con niveles publicados en la literatura nacional e internacional y con guías de calidad y usos del recurso. Para los análisis estadísticos de esta tesis se han empleado los paquetes estadísticos STATISTICA 7.0 (StatSoft, 2001) y InfoStat (2008). En todos los casos se trabajó con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .

### 4A.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---



*El equilibrio de la naturaleza no es un statu quo; es fluido, siempre cambiante,  
en un constante estado de adaptación*

*Primavera Silenciosa*

**Rachel Carson**

En el presente apartado se describen los resultados de las 223 muestras recolectadas durante los 8 muestreos realizados en los 3 escenarios de estudio. Para la evaluación de los parámetros generales y la determinación de los 56 compuestos estudiados se utilizaron 15 metodologías analíticas diferentes y 4 cromatógrafos de media y alta complejidad. Teniendo en cuenta esto, la cantidad de muestras analizadas para la detección de plaguicidas superaron las 900 determinaciones analíticas. Con el objetivo de ordenar y facilitar la comprensión de dichos resultados, se presentan en primera medida los parámetros de aceptabilidad de los equipos utilizados (límites de detección y cuantificación y linealidad) y los parámetros de calidad de los métodos de extracción de plaguicidas. Luego se desarrollan los resultados de parámetros generales y detección de plaguicidas por matriz ambiental.

## Parámetros de calidad instrumental

### LDI y LCI

En la [tabla 4.8](#) se muestran los valores de los límites de detección y cuantificación experimentales de los 4 instrumentos utilizados. Para los casos de métodos multiresiduo se presentan los rangos de los límites respectivos. A modo de ejemplo, en el [ANEXO E](#) se encuentran detallados los LDI y LCI calculados de todos los plaguicidas medidos en el UPLC-MS/MS.

### Linealidad

Para cada plaguicida analizado en los distintos cromatógrafos se evaluaron parámetros de linealidad, los cuales se muestran en la [tabla 4.9](#).

**Tabla 4.8** Límites de detección y cuantificación instrumentales (en la inyección), en µg/L (ppb)

Instrumental	Plaguicidas Analizados	Rango de Límites de detección	Rango de Límites de cuantificación
CG-µECD	Endosulfan (α y β), Clorpirifos, Cipermetrina, Lambdacialotrina, Epoxiconazol	0,4 - 4,7	1,3 -14,2
CG-MS	Multiresiduo CG	0,9 - 6,0	3,1 – 19,8
HPLC-MS	Atrazina, Atrazina <sup>5</sup> D	0,05	0,2
	2,4D	1,0	3,0
HPLC-MS	Glifosato, Glifosato <sup>13</sup> C <sup>15</sup> N y AMPA	0,5	1,0
UPLC-MS/MS	2,4 D y Dicamba	0,5 - 1,1	1,8 - 3,8
	Multiresiduo UPLC	0,001- 0,08	0,003 – 0,26

En la misma se especifica el equipo utilizado, el o los plaguicidas analizados, el rango de concentraciones nominales evaluado, el rango de coeficientes de determinación ( $R^2$ ) de las diversas curvas de calibración realizadas y el rango del número total de determinaciones para construir las mismas (n). Cabe aclarar que para el caso de los métodos multiresiduo dichos rangos corresponden al conjunto de plaguicidas analizados. A modo de ejemplo, en el [ANEXO E](#) se encuentran detalladas las curvas de calibración con sus  $R^2$ , pendientes y ordenadas al origen calculadas para cada uno de los plaguicidas medidos en el UPLC-MS/MS. A su vez, para cada curva utilizada se calculó el coeficiente de correlación (R), el cual resultó superior al r crítico de Pearson (N-2 grados de libertad,  $\alpha=0,05$ ) para todos los casos. Esto junto con los valores presentados de  $R^2$  demuestra que los datos se ajustan a un modelo lineal.

**Tabla 4.9** Parámetros de linealidad de los instrumentos utilizados para las determinaciones de plaguicidas

<b>Instrumental</b>	<b>Plaguicidas Analizados</b>	<b>Intervalo de Conc. evaluado (µg/L)</b>	<b>Intervalo R<sup>2</sup></b>	<b>Intervalo n</b>
<b>CG-µECD</b>	Endosulfan (α y β), Clorpirifos, Cipermetrina, Lambdacialotrina, Epoxiconazol	0 - 100	0,998 - 1,000	4
<b>CG-MS</b>	Multiresiduo CG	0 - 100	0,873 - 1,000	3 - 5
<b>HPLC-MS</b>	Atrazina, Atrazina <sup>5</sup> D	0 - 10	0,976 - 0,999	3 - 6
	2,4D	0 - 10	0,968 - 1,000	3 - 6
<b>HPLC-MS</b>	Glifosato, Glifosato <sup>13</sup> C <sup>15</sup> N y AMPA	0 - 20	0,934 - 1,000	5 - 6
		0 - 200	0,985 - 1,000	5 - 6
<b>UPLC-MS/MS</b>	Multiresiduo UPLC	0 - 200	0,902 - 0,998	4 - 16
	2,4 D y Dicamba	0 - 200	0,956 - 0,990	12 - 15

▪ Tanto los límites de detección y cuantificación de los 4 Instrumentos analíticos utilizados, así como los parámetros de linealidad obtenidos muestran que dichos sistemas cromatográficos resultaron ser una herramienta sensible y robusta, permitiendo la detección de contaminantes trazas en la diversidad de matrices ambientales evaluadas, con respuestas acordes a las reportadas con anterioridad por el grupo de investigación del CIM. Particularmente el uso de cromatografía gaseosa con detector de captura electrónica (CG-µECD) resultó tener buena reproducibilidad y sensibilidad para familias de plaguicidas relevantes como los son los OCl y PYRs, tal como se presenta en Etchegoyen y otros, 2017. Por su parte, la espectrometría de masas acoplada a sistemas cromatográficos permitió una cuantificación exacta y precisa de los analitos, y la confirmación de su identidad por seguimiento de los iones característicos, formados a partir de los iones moleculares, lo que brinda una mayor confiabilidad de los resultados obtenidos. Los métodos “Multiresiduos” respondieron de forma satisfactoria permitiendo analizar una multiplicidad de compuestos de manera simultánea. Por último, y tal como se destaca en Barceló y Petrovic (2007) el uso de la combinación de ambas técnicas cromatográficas (CG y LC) resultó imprescindible, gracias a la cual se lograron analizar analitos no polares y volátiles, y polares y/o térmicamente lábiles abarcando una mayor cantidad de plaguicidas tanto de relevancia histórica como de uso actual.



## Parámetros de calidad de la metodología analítica

Como se dijo anteriormente, las metodologías analíticas utilizadas en la presente tesis para la determinación de plaguicidas, en las diversas matrices ambientales, se realizaron bajo Normas y/o publicaciones internacionales. Dichas metodologías, se muestran a modo de síntesis en la [tabla 4.10](#). Las mismas han sido exploradas, utilizadas en diversas matrices, validadas y optimizadas en distintos momentos desde hace ya 15 años, por el grupo de trabajo del CIM. Con el objetivo de asegurar la confiabilidad de los resultados, se evaluaron las respuestas de dichas metodologías a través del estudio de las recuperaciones analíticas y la determinación de los límites de detección y cuantificación respectivos. Estos últimos se calcularon considerando los factores de concentración/dilución de cada técnica y teniendo en cuenta los LDI y LCI del equipamiento utilizado. Los mismos se visualizan en las distintas tablas de resultados que se presentan en los apartados sucesivos. Las recuperaciones analíticas de cada técnica se evaluaron a través de sobreagregados de plaguicidas (MIX y trazadores isotópicos) en el laboratorio previo al momento de extracción. El mismo, en conjunto con el agregado *in situ* se utilizó para evaluar el desempeño de la técnica aplicada (traslado + extracción + tiempo de almacenamiento). A través de dichos sobreagregados fueron calculados factores de recuperación, los cuales se utilizaron para la corrección de la concentración final cuantificada en cada muestra analizada. A modo de ejemplo en el [ANEXO F](#) se detallan los promedios de las recuperaciones ( $\bar{R}$  %) obtenidos para los plaguicidas ensayados en las muestras de suelos y sedimentos de todas las metodologías empleadas en dicha matriz.

De manera general se pudo verificar que los parámetros de calidad en las distintas metodologías empleadas, resultaron propias de herramientas robustas, versátiles y cuantitativas, conforme a normativas como SANTE (2015) y tablas estadísticas de significancia. Dichas metodologías permitieron la detección y cuantificación de una multiplicidad de compuestos en una diversidad de matrices ambientales. Los límites y recuperaciones obtenidos de las Extracciones Líquido-Líquido y MSPD resultaron satisfactorios, conforme a Etchegoyen y otros (2017), así como las derivatizaciones para la determinación de Glifosato y AMPA en todas las matrices ambientales estudiadas resultaron aceptables de acuerdo a lo reportado por Ronco y otros (2016) en agua superficial y sedimentos, Primost y otros (2017) en aguas, material particulado en suspensión y suelos, y Alonso y otros (2018) en MPS y agua de lluvia. Con respecto al desempeño de la extracción multiresiduo QuEChERS, el mismo fue comparable con Mac Loughlin y otros (2017a)

en sedimentos y Bernasconi y otros (2019), en el cual se realizó la optimización de dicha metodología para la matriz suelo. Cabe aclarar que todos los trabajos recién citados, son publicaciones pertenecientes al equipo de trabajo del CIM.

**Tabla 4.10** Síntesis de las diversas metodologías analíticas de pretratamiento utilizadas en la determinación de plaguicidas

METODOLOGÍA	MATRIZ AMBIENTAL		
	Aguas y MP en suspensión	Suelo y Sedimentos	MP en aire
Inyección directa	√		√
Derivatización	√	√	√
Extracción líquido-líquido	√		√
Extracción por Sonicación (seriada y directa)	√		√
Extracción MSPD		√	
Extracción QuEChERS		√	√

## Aguas de consumo humano: red de distribución Municipal

### Parámetros fisicoquímicos generales: calidad de agua

Se realizó una caracterización fisicoquímica de las muestras de agua para consumo humano a través de la medición de parámetros generales medidos *in situ* y en el laboratorio (Tabla 4.11). Allí se resume la información de los 8 muestreos en los 3 sitios (MM1-MM2; SS1-SS2-SS3; VSJ1-VSJ2-VSJ3), correspondiente a las 25 muestras de agua (por duplicado) de distribución Municipal recolectadas durante la presente tesis. donde los valores informados corresponden a las medias  $\pm$  la desviación estándar (DE) respectiva. Tanto para Alcalinidad, Dureza y Sólidos Totales, las determinaciones de las réplicas analíticas resultaron precisas según lo establecido por la APHA (1998)<sup>26</sup> obteniéndose en la totalidad de las muestras coeficientes de variación porcentual menores a 3,7 % 9,4% y 13,7% respectivamente, siendo la mediana general de todos los coeficientes calculado de solo 2,1%.

<sup>26</sup> Según lo establecido por el “Standard methods for the examination of water and wastewater” el CV% aceptable para las réplicas analíticas de Alcalinidad, Dureza y Sólidos Totales a 105°C es 10, 10 y 15% respectivamente

**Tabla 4.11.** Parámetros fisicoquímicos generales *in situ* (T, pH, C, OD) y en el laboratorio (Alcalinidad, Dureza y ST<sub>105</sub>) ± DE medidos en las muestras de agua de consumo humano

Sitio	Tipo de Agua	Temperatura (°C)			pH (U pH)			Conductividad (mS/cm)			OD (mg/L)			Alcalinidad (mg CaCO <sub>3</sub> /L)			Dureza (mg CaCO <sub>3</sub> /L)			ST <sub>105</sub> °C (mg/L)		
		1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M
MM	Red-Distrib. municipal	S/D	S/M	-	S/D	S/M	-	S/D	S/M	-	S/D	S/M	-	S/D	S/M	-	S/D	S/M	-	S/D	S/M	-
MM	Red-Distrib. municipal	S/D	15,6	-	S/D	7,4	-	S/D	1,01	-	S/D	8,7	-	S/D	126 ± 0	-	S/D	110 ± 7	-	S/D	352 ± 44	-
SS	Red-Distrib. municipal	24	23,2	24,8	7,0	7,3	6,9	0,78	0,70	0,75	3,3	6,9	1,9	347 ± 4	383 ± 14	350 ± 4	145 ± 7	148 ± 11	165 ± 14	503	440	512 ± 4
SS	Red-Distrib. municipal	S/D	22,8	23,9	S/D	7,2	6,9	S/D	0,72	0,76	S/D	2,4	2,9	340 ± 7	355 ± 4	355 ± 11	155 ± 7	193 ± 4	180 ± 0	247	218	526 ± 23
SS	Red-Distrib. municipal	24,3	24,7	26,0	7,4	7,9	7,3	0,69	0,69	0,73	4,9	2,9	3,9	368 ± 4	373 ± 0	368 ± 7	160 ± 14	150 ± 14	155 ± 0	289	268	516 ± 18
SS	Red-Distrib. municipal	23,3	22,6	25,2	7,2	7,3	7,0	0,66	0,67	0,77	3,6	2,8	3,4	350 ± 7	350 ± 4	355 ± 4	190 ± 0	153 ± 4	182 ± 4	349	451	554 ± 48
SS	Red-Distrib. municipal	22,9	22,5	23,3	7,3	7,3	7,0	0,70	0,69	0,69	3,1	6,9	4,7	350 ± 0	380 ± 4	350 ± 4	175 ± 7	180 ± 7	183 ± 4	479	639	519 ± 11
SS	Red-Distrib. municipal	22,2	21,3	22,5	7,1	7,3	6,9	0,68	0,65	0,68	4,0	1,4	1,6	370 ± 4	358 ± 7	343 ± 7	155 ± 7	128 ± 4	140 ± 7	477	415	490 ± 37
VSJ	Red-Distrib. municipal	26,0	S/M	S/M	7,4	S/M	S/M	0,29	S/M	S/M	7,5	S/M	S/M	52 ± 1	S/M	S/M	20 ± 0	S/M	S/M	186 ± 25	S/M	S/M
VSJ	Red-Distrib. municipal	27,7	23,5	30,0	7,1	7,0	7,0	0,30	0,29	0,54	7,2	4,8	4,4	39 ± 0	54 ± 3	75 ± 0	5 ± 1	5 ± 1	23 ± 1	169 ± 15	182	239

S/D: Sin Determinar; S/M: Sin Muestrear; -: en Monte Maíz no se realizó un tercer muestreo, lo que se indica con dicho símbolo.

### Detección de plaguicidas

Como se mostró en el esquema de las metodologías analíticas empleadas en las muestras de agua (tanto de consumo humano como aljibe, pozo y superficiales; figura 4.10), en las mismas se determinaron de manera general Atrazina, 2,4 D, Glifosato, AMPA y los plaguicidas “Multiresiduo CG”. Con excepción de las muestras correspondientes a MM1 y VSJ1, en las cuales se analizaron una cantidad menor de plaguicidas, por haberse utilizado el CG- $\mu$ ECD. Esta información se resume y clarifica en la [tabla 4.12](#).

**Tabla 4.12.** Plaguicidas analizados en las muestras de agua de cada muestreo realizado

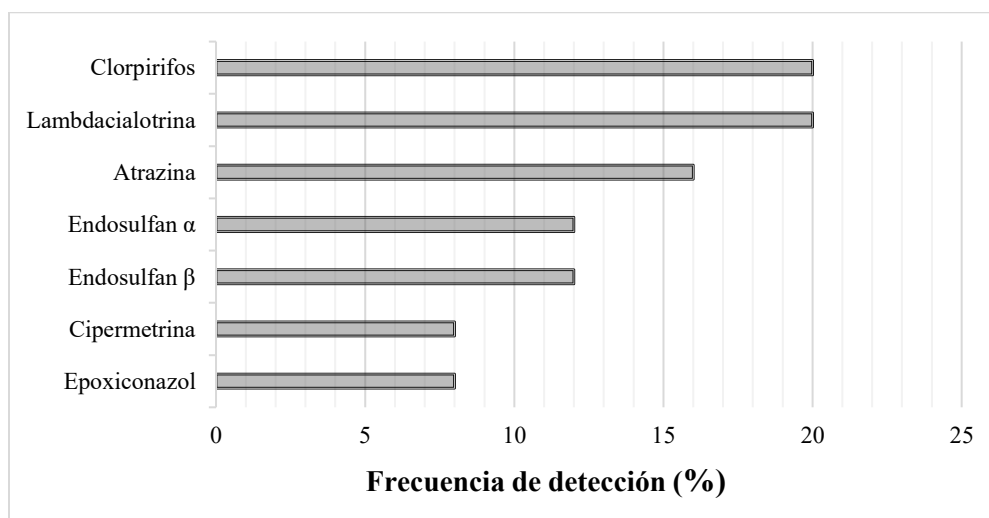
Muestreos	Compuestos analizados		
	<i>n</i>	<i>Plaguicidas</i>	<i>Instrumental utilizado</i>
MM1 y VSJ1	4	Atrazina; 2,4D; Glifosato; AMPA	HPLC-MS
	6	Endosulfan ( $\alpha$ y $\beta$ ); Clorpirifos, Cipermetrina; Lambdacialotrina; Epoxiconazol	CG- $\mu$ ECD
MM2 SS1, SS2 y SS3 VSJ2 y VSJ3	4 34	Atrazina; 2,4D; Glifosato; AMPA Multiresiduo CG*	HPLC-MS CG-MS

\*En el método Multiresiduo CG se analizan un total de 35 compuestos. En las aguas, se analizaron 34. La diferencia está dada por la Atrazina, que se analizó por HPLC-MS.

### *Frecuencias y Concentraciones ambientales*

De la totalidad de las muestras de agua de consumo humano analizadas ( $n = 25$ ), el 48% presentó al menos 1 plaguicida, siendo 3 la coocurrencia máxima en el 20% de las muestras. Particularmente todas las muestras correspondientes a SS1 y SS2 presentaron valores menores a los límites de detección de la técnica de todos los compuestos analizados.

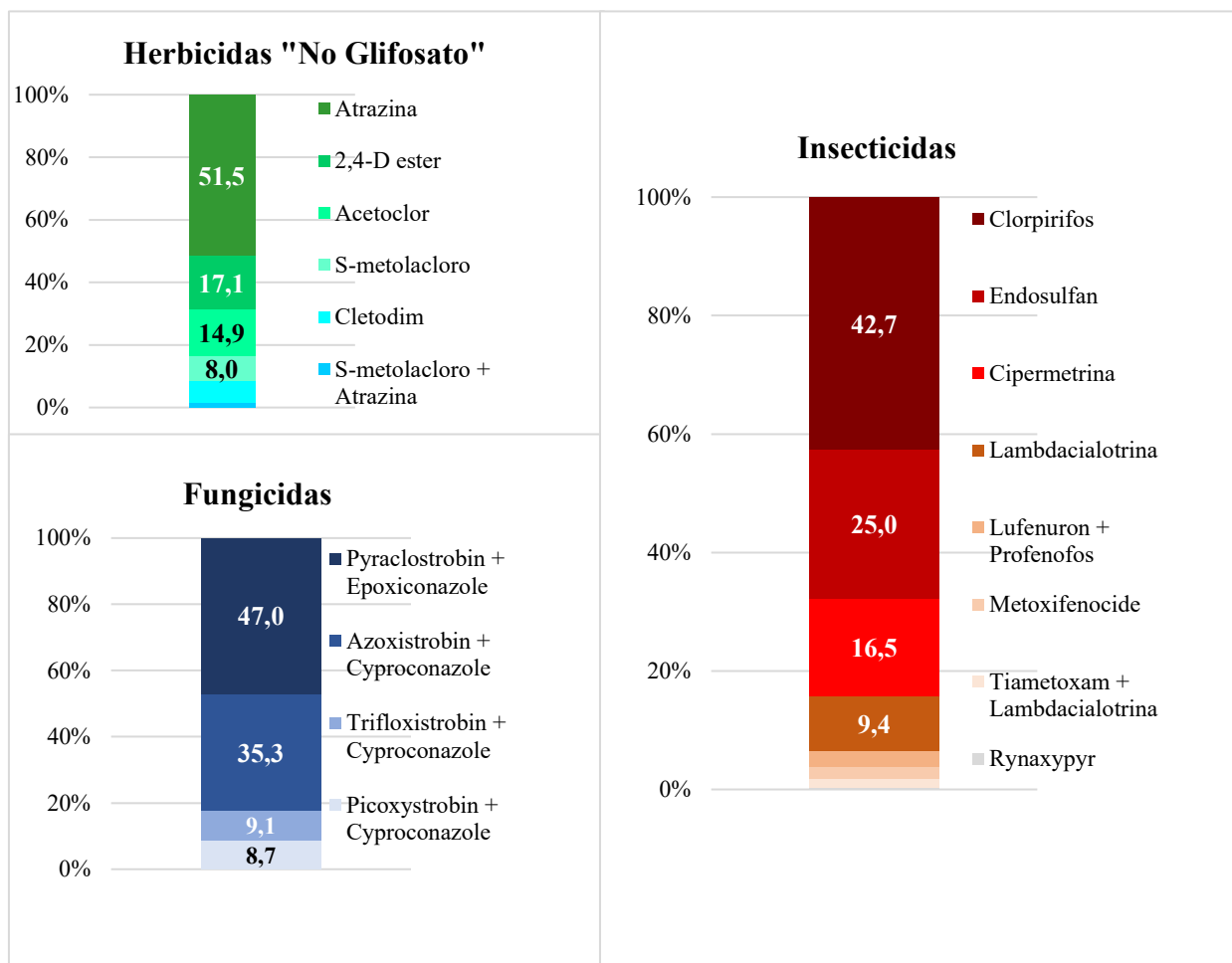
En relación a los plaguicidas, de los 10 analizados en las muestras de agua de red de MM1 y VSJ1 fueron detectados 3 insecticidas y 1 fungicida, lo que representa un 40% de los analitos estudiados. Luego, considerando el resto de los muestreos, en los cuales se analizaron 38 compuestos, se detectaron un total de 8 plaguicidas (21% de los compuestos analizados). Los mismos corresponden a 5 insecticidas, 2 fungicidas y un herbicida. Con excepción del Ciproconazol, los plaguicidas detectados en el segundo y tercer muestreo fueron los mismos que se analizaron en MM1 y VSJ1, lo que permite realizar un análisis general de las frecuencias de detección en las muestras de aguas de consumo. Del mismo se desprende que Clorpirifos y Lambdacialotrina fueron los plaguicidas más detectados (en el 20% de las muestras) seguido de Atrazina, Endosulfan  $\alpha$  y  $\beta$ , Cipermetrina y Epoxiconazol como se observa en la [figura 4.15](#).



**Figura 4.15.** Frecuencia de detección (%) de los plaguicidas detectados en las muestras de agua de consumo humano correspondientes a los 8 muestreos realizados. *Se exceptuó para este análisis el Ciproconazol (detectado en 2 muestras de SS3)*

Si comparamos estos resultados con el uso de agrotóxicos en Argentina se puede observar que su presencia en el ambiente se condice con el consumo nacional. De acuerdo al Informe del Mercado de Fitosanitarios del año 2010 realizado por la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes<sup>27</sup>, de los tres principales segmentos utilizados en el país (Herbicidas, Insecticidas y Fungicidas), la Atrazina lidera el consumo del grupo “Herbicidas No Glifosato”. Por su parte Clorpirifos, Endosulfan, Cipermetrina y Lambdacialotrina son los 4 activos más consumidos de la familia de Insecticidas, y la mezcla Pyraclostrobin-Epoxiconazol son los plaguicidas que lideran el mercado de los Fungicidas. Esta información se presenta en la [figura 4.16](#), donde se presentan los Herbicidas “No Glifosato” para apreciar mejor la proporción utilizada de los activos pertenecientes a dicho segmento. Como emergente del análisis comparativo de los resultados y las 2 figuras presentadas, los plaguicidas detectados con mayores frecuencias en las muestras de agua de consumo son coincidentemente los más utilizados en el país.

<sup>27</sup> El Informe de CASAFE del 2010 es el último disponible públicamente donde se detalla la cantidad de los principales ingredientes activos utilizados en Argentina



**Figura 4.16** Principales plaguicidas utilizados en Argentina en el año 2010. Los gráficos muestran las cantidades vendidas de cada principio activo expresado a través de su aporte porcentual al total para cada segmento (Herbicidas, Insecticidas y Fungicidas). *Elaboración propia en base al Informe del Mercado de Fitosanitarios realizado por CASAFE*

Toda la información sobre la detección y cuantificación de plaguicidas presentada hasta el momento se muestra en detalle en la [tabla 4.13](#) donde se presentan también los plaguicidas que fueron detectados en cada muestra con la mayor concentración. Los análisis que fueron analizados y no figuran en la tabla, resultaron menores al límite de detección en la totalidad de las muestras. A su vez se presenta la carga másica total de plaguicidas por muestra (CMT), información relevante desde el punto de vista de la calidad del recurso.

**Tabla 4.13.** Plaguicidas detectados en las muestras de agua de consumo humano. Las concentraciones y la Carga másica Total (CMT) están expresadas en µg/L

Localidad	Tipo de Agua	1er Muestreo				CMT	N° plaguicidas detectados	N° plaguicidas cuantificados	Plaguicida con > Conc.
		Clorpirifos	Endosulfan α	Endosulfan β	Epoxiconazol				
MM	Red-Distribución municipal	DNC	DNC	DNC	< 0,001	0,007	3	0	-
MM	Red-Distribución municipal	DNC	DNC	DNC	< 0,001	0,007	3	0	-
SS	Red-Distribución municipal-TODAS	< 0,006	< 0,015	< 0,015	< 0,011	< 0,015	0	0	-
VSJ	Red-Distribución municipal	0,008	< 0,001	< 0,005	0,014	0,022	2	2	Epoxiconazol
VSJ	Red-Distribución municipal	0,009	< 0,001	< 0,005	0,206	0,215	2	2	Epoxiconazol
		2do Muestreo							
		Clorpirifos	Cipermetrina						
MM	Red-Distribución municipal	DNC	0,113			0,119	2	1	Cipermetrina
SS	Red-Distribución municipal-TODAS	< 0,006	< 0,008			< 0,008	0	0	-
VSJ	Red-Distribución municipal	< 0,006	0,015			0,015	1	1	Cipermetrina
		3er Muestreo							
		Endosulfan (α/β)	Ciproconazol	Lambacalotrina	Atrazina				
SS	Red-Distribución municipal	< 0,015	< 0,012	DNC	0,93	0,935	2	1	Atrazina
SS	Red-Distribución municipal	< 0,015	< 0,012	< 0,005	< 0,05	< 0,05	0	0	-
SS	Red-Distribución municipal	< 0,015	< 0,012	0,115	< 0,05	0,115	1	1	Lambacalotrina
SS	Red-Distribución municipal	< 0,015	DNC	0,128	DNC	0,190	2	1	Lambacalotrina
SS	Red-Distribución municipal	< 0,015	DNC	0,010	0,42	0,442	2	2	Atrazina
SS	Red-Distribución municipal	< 0,015	< 0,012	< 0,005	0,99	0,990	1	1	Atrazina
VSJ	Red-Distribución municipal	0,258/0,042	< 0,012	0,042	< 0,05	0,342	3	3	Endosulfan α

*La diferencia entre detectados y cuantificados, se corresponde a plaguicidas en la categoría DNC*

Las concentraciones de los 8 plaguicidas presentes en las muestras de agua de consumo se encontraron en el intervalo de 0,005 a 0,99 µg/L con un promedio de  $0,133 \pm 0,262$  µg/L (n=26). En la [tabla 4.14](#) se muestran las concentraciones por plaguicida independientemente del muestreo, con el fin de identificar los plaguicidas más relevantes desde el punto de vista cuantitativo en las aguas de red Municipal. En la misma se detalla por plaguicida, el número de determinaciones positivas ( $n_{positivas}$ ), la concentración media, los valores mínimos (MÍN) y máximos (MÁX) hallados y la desviación estándar (DE).

**Tabla 4.14.** Estadística descriptiva de las concentraciones halladas por plaguicida en la totalidad de las muestras de agua de consumo estudiadas (n=26)

<b>Plaguicidas</b>	<b><math>n_{positivas}</math></b>	<b>Media</b>	<b>MÍN</b>	<b>MÁX</b>	<b>DE</b>
<i>Atrazina</i>	4	0,598	0,050	0,990	0,446
<i>Cipermetrina</i>	2	0,064	0,015	0,113	0,069
<i>Ciproconazol</i>	2	0,012	0,012	0,012	0,000
<i>Clorpirifos</i>	5	0,007	0,006	0,009	0,001
<i>Endosulfan <math>\alpha</math></i>	3	0,096	0,015	0,258	0,140
<i>Endosulfan <math>\beta</math></i>	3	0,024	0,015	0,042	0,016
<i>Epoxiconazol</i>	2	0,110	0,014	0,206	0,136
<i>Lambacalotrina</i>	5	0,060	0,005	0,128	0,058

De ambas tablas se desprende que la Atrazina resulta ser el plaguicida cuantitativamente más relevante, ya que es el que exhibe las mayores concentraciones y presenta la concentración media más elevada. Es de destacar a su vez la presencia del Endosulfan en 3 de las muestras analizadas, ya que como se dijo anteriormente es un insecticida actualmente prohibido en la Argentina por su toxicidad y elevada persistencia ambiental. Por otro lado, y como, se dijo en el apartado 4A.1 la información de la ocurrencia y concentraciones de plaguicidas en aguas destinadas directamente a consumo humano es muy exigua. En lo que respecta a nivel nacional, se considera de relevancia a fines comparativos un trabajo realizado dentro del grupo de investigación-extensión que evaluó la contaminación de plaguicidas en aguas de consumo de Escuelas Rurales de la Prov. de Entre Ríos (Barbieri, 2017. Ver ANEXO B.II). En el mismo, se encontraron frecuencia de detección para la Atrazina y Clorpirifos similares a las calculadas en el presente trabajo. Con respecto a las concentraciones de Atrazina (DNC) y Clorpirifos presentaron hasta 2 órdenes de magnitud más elevados que las detectadas en las muestras de las comunidades analizadas en esta Tesis. A nivel internacional (Canadá, España, Países Bajos, China) se hallaron trabajos que analizan la presencia



de diversas familias de plaguicidas tanto en sitios estratégicos de captación de agua para consumo como en muestras de agua obtenidas de plantas de tratamiento (Swartjes y Van der Aa, 2020). En los mismos se analizan y detectan principalmente plaguicidas organoclorados de uso histórico, diversas familias de herbicidas y fungicidas de uso actual e insecticidas relevantes como son los neonicotinoides (Jin y otros, 2019; Quintana y otros, 2019; Sjerps y otros, 2019). Los resultados expuestos en el presente apartado, contribuyen a la literatura internacional que demuestra que los plaguicidas pueden movilizarse a fuentes de agua potable en regiones agrícolas donde hay un uso intensivo de esta clase de sustancias químicas, tal como lo expresa Sultana y otros (2018).

### Calidad del agua de consumo humano

De manera general las características organolépticas y parámetros fisicoquímicos evaluados en las 25 muestras de agua de distribución municipal de las tres localidades de estudio fueron comparados con los valores regulados por el Código Alimentario Argentino -CAA- (Artículo 982- Resolución Conjunta SRyGR y SAB N° 34/2019). Dicho Código establece que el agua utilizada para consumo debe presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. Sin embargo, organolépticamente algunas muestras correspondientes a SS1 no cumplieron con dichas características ya que se identificó la presencia de partículas coloreadas ([figura 4.17](#)) cuyo origen, causas y composición no pudieron determinarse a través de los parámetros fisicoquímicos generales medidos. Con respecto a estos últimos, y comparando con los parámetros regulados, todas las muestras presentaron valores correspondientes a aguas potables de suministro público. Por su parte, las muestras de agua de distribución Municipal de MM presentaron valores de pH, dureza y  $ST_{105}$ <sup>28</sup> dentro de los valores establecidos en las “Normas provinciales de calidad y control de aguas para bebidas de la provincia de Córdoba” (Resolución de la Dirección Provincial de Agua y Saneamiento; DiPAS 608/93). Con respecto a la conductividad, la misma no cuenta con un valor regulado. Sin embargo, dicho parámetro es directamente proporcional a la concentración de Sólidos Disueltos Totales, existiendo a su vez una relación aproximada que los vincula ( $1,4 \mu S/cm = 1 ppm$  SDT) (Hanna, 2019). Teniendo en cuenta esto último los valores de conductividad de las muestras de MM se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa respectiva a la provincia de Córdoba. Siguiendo las mismas consideraciones, las muestras de agua de red de SS presentaron

---

<sup>28</sup> La Norma establece un límite tolerable para Sólidos Disueltos Totales (SDT = 2000 mg/L). Los  $ST_{105}$  resultaron menor a dicho límite, por lo que se asume que las muestras cumplen con la regulación por ser siempre los  $ST_{105} \geq$  SDT.

valores de pH, conductividad, dureza, alcalinidad y ST<sub>105</sub> dentro de los valores establecidos por la Secretaría de Estado de Obras y Servicios Públicos de Entre Ríos para el agua potable de consumo humano (Anexo II, Decreto n°2235/02). Por último, se compararon estos 5 parámetros para calidad de agua potable regulados por el Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ENRESS) de la Provincia de Santa Fe (Anexo A, Ley 11.220) con los parámetros medidos en las muestras de aguas de red de VSJ, y se observó que todos los valores están dentro de los límites permitidos. Cabe aclarar que los parámetros físicoquímicos que se compararon con la regulación en las tres localidades son, de los que se determinaron en el presente estudio, los que presentaron valores de niveles guía, límites tolerables o recomendados en las respectivas normativas.



**Figura 4.17** Muestra de agua de distribución de red Municipal, correspondiente a SS1, cuyas propiedades organolépticas no estaban de acuerdo a la regulación del CAA

Por otro lado, a pesar de que el Oxígeno Disuelto no se encuentra regulado para aguas de consumo, fueron observables los valores presentes en las aguas de distribución de red Municipal de San Salvador (comparativamente bajos, en relación a los valores históricos evaluados en el laboratorio), lo que llevó a plantear una serie de propuestas vinculadas a la potencial presencia de compuestos biodegradables. Frente a este escenario, en el tercer muestreo se decidió realizar una toma de muestra directa del pozo que alimenta los tanques de agua de distribución municipal para la

medición del OD y caracterización general. El mismo (que se muestra en la sección siguiente, tabla 4.14) exhibió una concentración de oxígeno disuelto de 6,2 mg/L. Estos resultados preliminares, llevaron a indagar posibles causas, que, a pesar de escapar a los alcances del presente trabajo, fueron necesarias explorar. Las mismas, condujeron a verificar la utilización de pinturas asfálticas para impermeabilización de los tanques de consumo (comunicación personal con el Intendente de San Salvador en el año 2015), lo que estaría explicando los bajos valores de OD.

Por su parte, las concentraciones de plaguicidas en las muestras fueron comparadas con regulaciones para agua potable. Con respecto a las mismas, es importante destacar en primera medida, que existe una multiplicidad de límites establecidos internacionalmente, los cuales varían en hasta 7 órdenes de magnitud, demostrando que no hay un acuerdo entre las jurisdicciones acerca de cómo deben ser cuantificados dichos valores. Y a su vez, muchos de los cálculos carecen de un análisis integral en lo que respecta al riesgo en humanos por exposición a plaguicidas (Li y Jennings, 2017). En Argentina, el Código Alimentario legisla únicamente al 2,4-D y algunos insecticidas OCIs persistentes, sin considerar el Endosulfan. Por otro lado, existen en nuestro país Niveles Guía de calidad para fuentes de provisión de agua para consumo humano recomendados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SRHN) para distintos plaguicidas como 2,4D, Atrazina, Glifosato, OCIs persistentes, entre otros<sup>29</sup>. La OMS (2006) por su parte, ha establecido niveles guía para unos 40 plaguicidas (Younes y Galal-Gorchey, 2000) entre ellos OCIs, Clorpirifos, Permetrina, Carbofuran, Trifluralina, Atrazina y 2,4-D; y la USEPA (2009) incorporó el límite para el herbicida Glifosato. Finalmente y considerando el escenario planteado (faltante de límites e incertidumbre asociada a los ya establecidos), la Directiva sobre la calidad del agua destinada al consumo humano de la Unión Europea, en base al principio precautorio establece que el límite máximo admisible para consumo humano de plaguicidas que no cuentan con un límite especificado en su normativa, es de 0,1 µg/L (salvo en los casos del Aldrin, Dieldrin, Heptacloro y Heptacloro epóxido, cuyos valores se han fijado en 0,03 µg/L) y que la sumatoria de concentraciones de distintos plaguicidas en una muestra (CMT) debe ser menor a 0,5 µg/L (UE, 1998). Sin embargo, dicha Directiva tiene propuestas de revisión y actualización, ya que se considera que desde su regulación hasta la actualidad ha aumentado la existencia de datos

---

<sup>29</sup> Dichos Niveles Guía fueron establecidos durante 2003, 2004 y 2005. Sin embargo, actualmente no se encuentran fácilmente accesibles en la web.

científicos y técnicos, de los posibles impactos de los plaguicidas en la salud, las propiedades químicas, y patrones de uso, lo que debería conducir a valores específicos para cada activo. A pesar de reconocerse la persistencia de incertidumbres asociadas a la toxicidad de las mezclas y la relevancia de los metabolitos, se argumenta que los conocimientos actuales hacen incompatible la aplicación del principio precautorio (Dolan y otros, 2013).

Teniendo en cuenta lo expuesto, se procedió a comparar las concentraciones de Clorpirifos y Atrazina en muestras de agua de consumo, ya que son los únicos plaguicidas detectados que cuentan con valores regulados. De dicha comparación se desprende que la totalidad de las concentraciones de Clorpirifos se encontraron por debajo del nivel guía recomendado por la OMS. Cabe aclarar que el Clorpirifos es considerado como un plaguicida que puede añadirse al agua destinada al consumo humano para fines de protección de la salud pública, por lo que se establece un nivel guía no tan restrictivo para procurar su uso con tal fin; esto se ve expresado en el nivel de referencia establecido igual a 30 µg/L (OMS, 2006). En lo que respecta a la Atrazina, la misma presenta su nivel guía recomendado por la OMS, igual a 2 µg/L y en nuestro país por la SRHN (2003), igual a 1,5 µg/L (para fuente subterránea sin tratamiento o con tratamiento convencional). Considerando estos niveles, las 4 muestras con presencia de dicho herbicida se encuentran dentro de los valores recomendados para agua de consumo humano. Es importante aclarar en este punto también, que los Niveles Guía no tienen carácter legislativo e impositivo, sino que es una recomendación de parte de diversos organismos nacionales e internacionales, que, frente a la falta de límites permitidos regulatorios, se utilizaron como referencia. Por último y teniendo en cuenta la Directiva de la UE ya mencionada, el 92% de las muestras de agua de consumo analizadas en el presente estudio presentaron CMT dentro del límite establecido para agua potable por la UE. Por su parte, 2 de las muestras correspondientes al tercer muestreo de SS presentaron una carga másica mayor a dicho límite. Dicho exceso se debe al aporte de la Atrazina, cuya concentración en ambas muestras casi duplica la CMT regulada.

Del análisis del presente apartado se desprende que muchas de las legislaciones y en particular en nuestro país se encuentran desactualizadas, lo que se traduce en una falta de límites de los plaguicidas asociados al paquete agrotecnológico actual, limitando la realización de un análisis completo de la calidad del recurso. Por último, y en función de los resultados obtenidos (características organolépticas, valores observables de OD y presencia de Atrazina) es necesario

destacar la importancia de realizar un seguimiento periódico y completo de la calidad de agua de Red de consumo humano de la localidad de San Salvador.

## **Aguas de aljibe, pozo y superficiales**

### *Parámetros fisicoquímicos generales: calidad de agua*

Los parámetros generales de calidad de las aguas de aljibe ( $n = 2$ ), pozo ( $n = 8$ ) y superficiales ( $n = 18$ ) medidos *in situ* y en el laboratorio, se muestran en la [tabla 4.15](#). En la misma, al igual que con las aguas de consumo se muestran los valores de T, pH, C, OD y Alcalinidad, Dureza y  $ST_{105}$ ; estas tres fueron realizadas por duplicado, por lo que van acompañadas de las DE respectivas. Para los parámetros Alcalinidad y  $ST_{105}$  analizados en el laboratorio, las determinaciones de las réplicas analíticas resultaron aceptables según lo establecido por la APHA (1998) obteniéndose en la totalidad de las muestras coeficientes de variación porcentual menores a 5,5 y 13,2% respectivamente, siendo la mediana de todos los coeficientes calculados para los tres parámetros medidos en el laboratorio igual a 2,0%, resultado similar al obtenido en las muestras de aguas de consumo. Las determinaciones de Dureza exhibieron CV de hasta 15,7%, para lo cual se propone como potenciales causas de la mayor variación, la existencia de posibles interferencias en la determinación del punto final de la titulación en las muestras de aguas superficiales tal como lo describe la norma APHA (1998) consistentes en procesos de complejación de los iones divalentes por parte de la materia orgánica disuelta. Con el objetivo de visibilizar un escenario general de las características fisicoquímicas de las aguas de pozo y superficiales, se muestra en la [tabla 4.16](#) la estadística descriptiva de las variables estudiadas. En la misma se detalla el número de determinaciones ( $n$ ), la media, los valores mínimos (MIN) y máximos (MÁX) hallados, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación porcentual (CV%).

**Tabla 4.15.** Parámetros fisicoquímicos generales *in situ* (T, pH, C, OD) y en el laboratorio (Alcalinidad, Dureza y ST<sub>105</sub>) ± DE, medidos en las muestras de agua de aljibe, pozo y superficiales de los tres sitios de muestreo

Sitio	Tipo de Agua	Temperatura (°C)			pH (U pH)			Conductividad (mS/cm)			OD (mg/L)			Alcalinidad (mg CaCO3/l)			Dureza (mg CaCO3/l)			ST <sub>105</sub> °C (mg/L)		
		1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M
MM	Aljibe	S/D	16,9	-	S/D	7,0	-	S/D	0,13	-	S/D	5,9	-	S/D	53 ± 2	-	S/D	50 ± 14	-	S/D	95 ± 1	-
MM	Pozo	S/D	19,4	-	S/D	7,4	-	S/D	3,04	-	S/D	2,3	-	S/D	857 ± 7	-	S/D	310 ± 0	-	S/D	2338 ± 108	-
SS	Pozo	25,5	24,1	25,4	7,0	7,3	7,4	0,68	0,66	0,70	6,9	5,8	4,4	360 ± 7	365 ± 11	348 ± 7	280 ± 14	263 ± 11	263 ± 4	477	424	289 ± 30
SS	Pozo	S/M	S/M	22,7	S/M	S/M	7,0	S/M	S/M	0,63	S/M	S/M	6,2	S/M	S/M	330 ± 4	S/M	S/M	128 ± 4	S/M	S/M	480 ± 15
VSJ	Pozo	26,9	S/M	S/M	7,3	S/M	S/M	7,58	S/M	S/M	9,8	S/M	S/M	482 ± 1	S/M	S/M	1086 ± 9	S/M	S/M	5634 ± 49	S/M	S/M
VSJ	Pozo	21,6	S/M	S/M	7,3	S/M	S/M	3,24	S/M	S/M	7,9	S/M	S/M	569 ± 3	S/M	S/M	290 ± 9	S/M	S/M	2616 ± 88	S/M	S/M
SS	Superficial-Arroyo	18,7	22,2	27,2	7,4	7,4	7,2	0,38	0,12	0,11	5,7	4,7	5,0	189 ± 2	64 ± 4	53 ± 2	92 ± 6	35 ± 7	45 ± 7	431	557	350 ± 46
SS	Superficial-Arroyo	21,1	25,6	24,1	7,4	7,5	7,0	0,37	0,12	0,08	5,2	4,3	4,0	169 ± 2	64 ± 0	40 ± 2	84 ± 6	50 ± 0	47 ± 4	270	385	417 ± 4
SS	Superficial-Arroyo	S/M	24,2	S/M	S/M	7,0	S/M	S/M	0,15	S/M	S/M	5,0	S/M	S/M	158 ± 7	S/M	S/M	40 ± 0	S/M	S/M	436	S/M
VSJ	Superficial-Bebedero	22,0	21,5	25,7	7,0	7,1	7,1	5,08	7,90	6,85	5,8	6,4	3,7	544 ± 0	495 ± 7	485 ± 3	554 ± 20	1175 ± 21	1085 ± 7	3352 ± 87	5340	4718
MM	Superficial-Canal	S/D	S/D	-	S/D	S/D	-	S/D	S/D	-	S/D	S/D	-	S/D	153 ± 11	-	S/D	60 ± 0	-	S/D	S/D	-
MM	Superficial-Canal	S/D	16,0	-	S/D	7,9	-	S/D	1,65	-	S/D	5,3	-	S/D	528 ± 0	-	S/D	155 ± 0	-	S/D	1200 ± 51	-
MM	Superficial-Canal	S/M	15,1	-	S/M	8,6	-	S/M	1,43	-	S/M	9,4	-	S/M	343 ± 7	-	S/M	180 ± 7	-	S/M	1514 ± 172	-
MM	Superficial-Río	S/M	12,0	-	S/M	8,6	-	S/M	7,31	-	S/M	7,0	-	S/M	463 ± 14	-	S/M	570 ± 7	-	S/M	5630 ± 274	-
VSJ	Superficial-Tanque molino	S/M	16,3	28,7	S/M	9,1	8,8	S/M	3,20	2,73	S/M	8,4	4,2	S/M	598 ± 11	493 ± 7	S/M	182 ± 26	154 ± 9	S/M	1461	1720

S/D: Sin Determinar; S/M: Sin Muestrear; En Monte Maíz no se realizó un tercer muestreo, lo que se indica con el símbolo: -

**Tabla 4.16.** Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímicos estudiadas del conjunto de datos para aguas de pozo doméstico y superficial correspondiente a los 8 muestreos realizados

VARIABLES	Aguas de Pozo						Aguas Superficiales					
	n	Media	MIN	MÁX	DE	CV (%)	n	Media	MIN	MÁX	DE	CV (%)
Temperatura (°C)	7	23,7	19,4	26,9	2,6	11,0	15	21,4	12,0	28,7	4,9	22,7
pH (U pH)	7	7,2	7,0	7,4	0,2	2,5	15	7,7	7,0	9,1	0,7	9,6
Conductividad (mS/cm)	7	2,4	0,6	7,6	2,6	109,2	15	2,5	0,1	7,9	2,9	116,1
OD (mg/L)	7	6,2	2,3	9,8	2,4	39,0	15	5,6	3,7	9,4	1,6	28,8
Alcalinidad (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	7	473,0	330,0	857,0	190,3	40,2	16	302,4	40,0	598,0	208,1	68,8
Dureza (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	7	374,3	128,0	1086,0	319,4	85,3	16	281,8	35,0	1175,0	370,7	131,6
ST <sub>105</sub> °C (mg/L)	7	1751,1	289,0	5634,0	1970,9	112,6	15	1852,1	270,0	5630,0	1932,5	104,3

Con respecto a la Temperatura, la misma es una variable física que influye notablemente en la calidad de un agua ya que puede afectar procesos de solubilización de gases, las cinéticas de las reacciones químicas, el desarrollo de organismos, entre otros (Barrenetxea y otros, 2011). Sin embargo, dada la variabilidad estacional y regional de la temperatura en los cuerpos de agua del país, no se hallaron niveles guía en relación con este parámetro. Las temperaturas medias de las aguas de aljibe, pozo y superficiales registradas responden a características de un clima templado con estaciones marcadas, siendo la mínima detectada de 12,0°C y la máxima de 28,7°C.

Los valores de pH de todas las muestras de agua de pozo y superficiales analizadas se corresponden a ambientes neutros y ligeramente básicos (con un pH máximo de 7,7), siendo este parámetro el que exhibió la menor variabilidad espacio-temporal (CV% de todos los muestreos < 10), característica de las aguas naturales cuyo pH es estable debido principalmente al sistema buffer carbonato – bicarbonato (Stumm y Morgan, 1996). Por otro lado, y de acuerdo con las normativas de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y Canadá (CCME), los valores detectados de pH se encuentran en el intervalo recomendado (6,5-9) para la protección de la biota acuática. Con respecto a la Alcalinidad, la misma es fundamental para determinar la capacidad que un curso de agua tiene de mantener los procesos biológicos y el valor de este parámetro proporciona información acerca de la acción buffer o amortiguadora de cambios de pH al agua. En Argentina no se cuenta con niveles guía de calidad de agua ambiente para dicho parámetro. Por su parte la USEPA (2006) recomienda para la protección de la vida acuática dulceacuícola una alcalinidad mínima de 20 mg CaCO<sub>3</sub>/L, resultando todos los valores determinados en las muestras de agua analizadas mayores a dicho nivel. En relación a la Conductividad (CE) y los ST<sub>105</sub> °C, se puede

observar que existe una gran variación entre las distintas muestras analizadas. Las aguas de pozo exhibieron valores característicos de dicha matriz (Barrenetxea y otros, 2011), siendo mayores en comparación con parámetros generales de calidad para aguas de aljibe y superficiales. Las muestras de agua superficiales VSJ-Bebedero y VSJ-Tanque molino, son alimentados con agua de perforación, lo que explica sus elevados valores de ambos parámetros fisicoquímicos, y la muestra correspondiente a MM-Río pertenece al Río Saladillo, el cual atraviesa suelos salinos característicos de la zona (Santinelli y otros, 2020). Por último, los 2 canales de MM son cuerpos de agua lénticos y reciben efluentes industriales y escorrentías agrícolas, lo que podrían ser los causantes de los elevados valores de CE y Sólidos en comparación a las aguas superficiales de SS. En relación a dichos parámetros, no existen valores recomendados para la protección de la biota acuática, sin embargo, es importante considerar que niveles elevados de salinidad<sup>30</sup> pueden generar problemas en la biota (relacionados con los procesos osmóticos), además de convertir las aguas en no aptas para beber (Barrenetxea y otros, 2011). Por su parte, los sólidos presentes en los cursos de agua representan una medida de la carga de materiales solubles e insolubles que transporta, y particularmente los sólidos en suspensión generan turbidez, incidiendo directamente en la entrada de luz y la producción de fitoplancton (Primost, 2019) lo que podría afectar no solo la calidad del agua sino también incidir en las redes tróficas y consecuentemente en las poblaciones (Tortorelli, 2009). A pesar de que los niveles necesarios para sostener la vida de organismos acuáticos varían de una especie a otra, la CCME establece el nivel guía recomendado para la concentración de oxígeno disuelto dirigido a la protección de la biota de aguas cálidas dulceacuícolas, el cual es igual a 5-6 mg/L. Teniendo en cuenta dichos valores, de las muestras de agua superficial analizadas, el 33 % presenta concentraciones de OD por debajo del intervalo recomendado. Por último, la dureza del agua se define como la concentración de cationes metálicos multivalentes y depende principalmente, de la presencia de sales de calcio y magnesio. De acuerdo a la categoría propuesta por la OMS (2006) la totalidad de las aguas de pozo analizadas y el 50% de las aguas superficiales corresponden a aguas duras. El 50% restante y el agua de aljibe se categorizan como aguas blandas (< 100mg CaCO<sub>3</sub>/L). Actualmente no existe un límite recomendado para la vida acuática, sin embargo, es importante mencionar que en algunos niveles guía para aguas dulces se reconoce la influencia potencial de la dureza en la toxicidad de ciertos metales (Markich y otros, 2001).

---

<sup>30</sup> La conductividad del agua da una buena apreciación de la concentración de los iones en disolución. Una conductividad elevada se traduce en una salinidad elevada (Barrenetxea y otros, 2011)



### Detección de plaguicidas

#### *Frecuencias y Concentraciones ambientales*

De la totalidad de las muestras de agua de aljibe, pozo y superficiales analizadas ( $n = 28$ ), el 89% presentó al menos 1 plaguicida. En más de la mitad de las muestras (54%) se detectaron al menos 3 agrotóxicos, en el 14% más de 5 compuestos y 7 fue la coocurrencia máxima en dos de los Arroyos de San Salvador. A modo de resumen, en la [tabla 4.17](#) se muestra el número de plaguicidas detectados y cuantificados en cada muestra, diferenciando el tipo de agua.

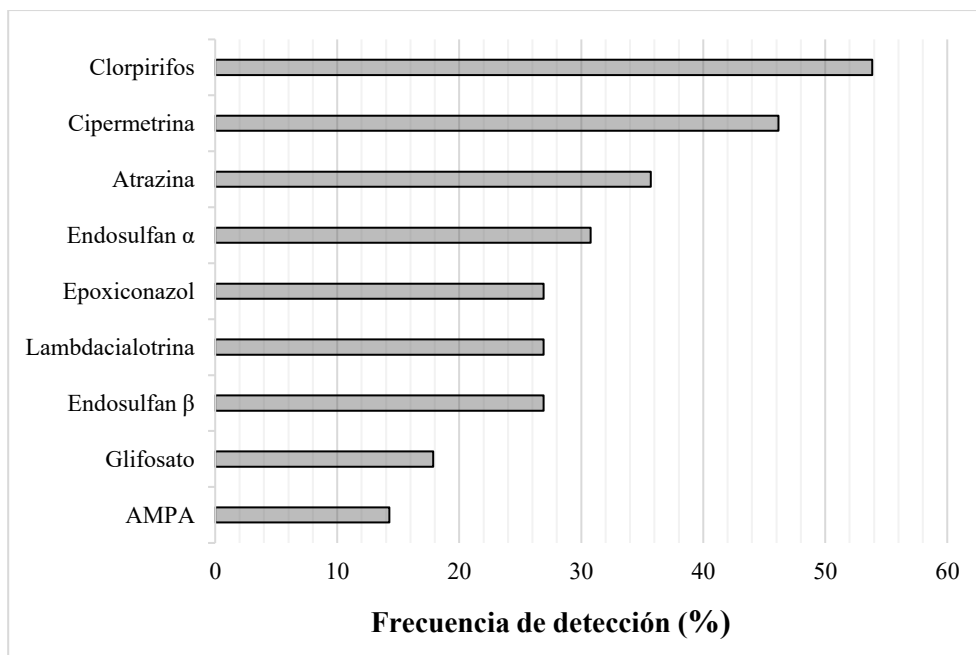
En relación a los plaguicidas, de los 10 analizados en las muestras de MM1 y VSJ1 fueron detectados 5 insecticidas y 1 fungicida, lo que representa un 60% de los analitos estudiados. Luego, considerando el resto de los muestreos, en los cuales se analizaron 38 compuestos, se detectaron un total de 11 plaguicidas (29% de los compuestos analizados). Los mismos corresponden a 5 insecticidas, 3 fungicidas, 2 herbicidas y un metabolito ambiental. Con excepción del Tebuconazol (detectado en 2 muestras de MM2) y el Azoxistrobin (detectado en 2 muestras de SS3) los plaguicidas hallados en el segundo y tercer muestreo fueron los mismos que se analizaron en MM1 y VSJ1, lo que permite realizar un análisis general de las frecuencias de detección, tal como se hizo en las muestras de aguas de consumo. De dicho análisis ([figura 4.18](#)) se desprende que el Clorpirifos es el plaguicida con mayor frecuencia de aparición, habiéndose detectado en más de la mitad de las muestras analizadas. Por su parte, la Cipermetrina, Atrazina y Endosulfan  $\alpha$  exhibieron frecuencias mayores al 30%. Por último, y a diferencia de las aguas de consumo, el herbicida Glifosato y su metabolito ambiental AMPA fueron detectados en estas aguas con frecuencias de 18 y 14% respectivamente.

Como puede deducirse de lo expuesto, los plaguicidas más frecuentemente detectados en aguas de aljibe, pozo y superficiales, concuerdan con los identificados en aguas de consumo humano, evidenciando el alcance de su uso en acuerdo a su comercialización.

**Tabla 4.17.** Número de plaguicidas detectados y cuantificados en las muestras de agua de aljibe, pozo y superficiales de los 8 muestreos

Localidad-muestreo	Tipo de Agua	Nº plaguicidas detectados	Nº plaguicidas cuantificados
MM1	Aljibe	3	0
MM2	Aljibe	3	2
MM1	Pozo	3	1
MM2	Pozo	4	4
VSJ1	Pozo	4	4
VSJ1	Pozo	4	4
SS1	Pozo	1	1
SS2	Pozo	0	0
SS3	Pozo	1	1
SS3	Pozo	2	1
SS1	Superficial-Arroyo	4	4
SS1	Superficial-Arroyo	1	1
SS2	Superficial-Arroyo	6	6
SS2	Superficial-Arroyo	0	0
SS2	Superficial-Arroyo	2	2
SS3	Superficial-Arroyo	7	5
SS3	Superficial-Arroyo	7	5
VSJ1	Superficial-Bebedero	3	3
VSJ2	Superficial-Bebedero	2	1
VSJ3	Superficial-Bebedero	0	0
MM1	Superficial-Canal	3	3
MM1	Superficial-Canal	5	5
MM2	Superficial-Canal	1	0
MM2	Superficial-Canal	2	1
MM2	Superficial-Canal	3	3
MM2	Superficial-Río	4	3
VSJ2	Superficial-Tanque molino	2	1
VSJ3	Superficial-Tanque molino	1	1

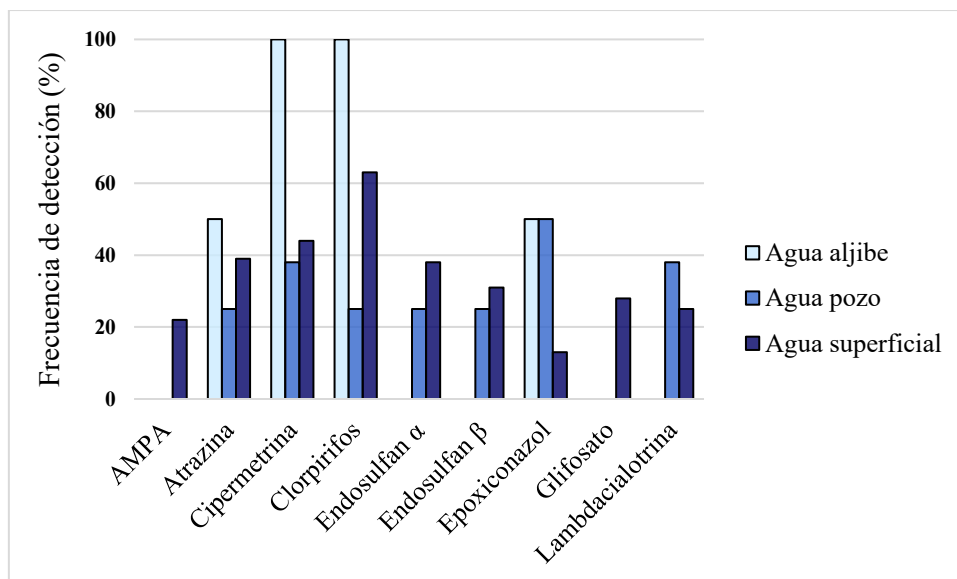
*La diferencia entre detectados y cuantificados, se corresponde a plaguicidas en la categoría DNC*



**Figura 4.18.** Frecuencia de detección (%) de los plaguicidas detectados en la totalidad de las muestras de agua de aljibe, pozo y superficial correspondientes a los 8 muestreos realizados. *Se exceptuaron para este análisis el Tebuconazol (detectado en 2 muestras de MM2) y el Azoxistrobin (detectado en 2 muestras de SS3)*

Si se analizan los plaguicidas detectados haciendo la diferenciación por tipo de agua ([figura 4.19](#)), se observa que la mayor cantidad de plaguicidas ocurrió en las aguas superficiales (9 activos diferentes) seguida de las aguas de pozo ( $n=7$ ) y aljibe ( $n=4$ ), escenario esperado por ser los cursos de agua superficiales más vulnerables a la contaminación por plaguicidas movilizados por escorrentía superficial (Gilliom, 2007). Del análisis de dichas frecuencias de detección, se desprende que Clorpirifos, Cipermetrina, Atrazina y Epoxiconazol se hallaron en los tres tipos de aguas analizadas, mientras que los insecticidas Lambdacialotrina y Endosulfanes se detectaron en las aguas de pozo y superficiales. En lo que respecta al Glifosato y su metabolito ambiental AMPA, los mismo estuvieron presentes solo en cuerpos de aguas superficiales.

En cuanto a los resultados de las concentraciones, el detalle de cada plaguicida presente en las 28 muestras se especifica en el [ANEXO G](#). Como primer dato general, las concentraciones de los 11 plaguicidas en la totalidad de las muestras de agua, se encontraron en el intervalo de 0,005 a 10,7  $\mu\text{g/L}$  con un promedio de  $0,61 \pm 1,56 \mu\text{g/L}$  ( $n=78$ ).



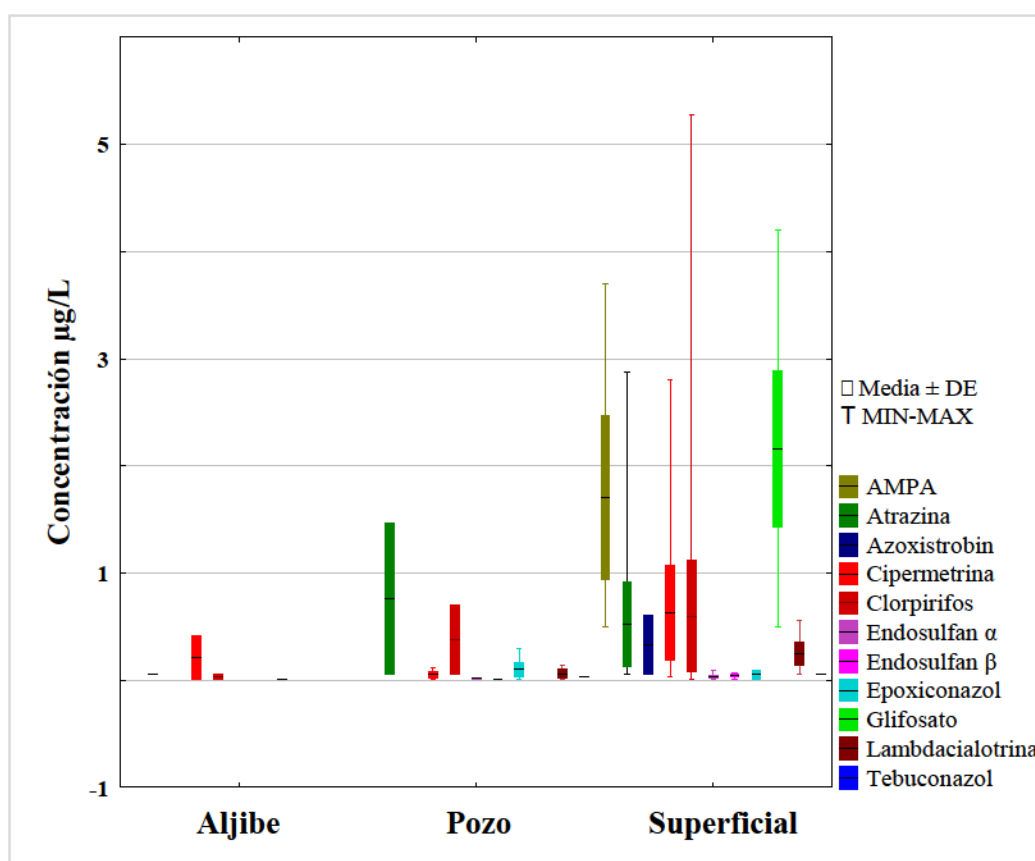
**Figura 4.19** Frecuencia de detección (%) diferenciada por tipo de agua (aljibe, pozo y superficial) de los plaguicidas hallados en los 8 muestreos realizados. *Se exceptuaron para este análisis el Tebuconazol (detectado en 2 muestra (pozo y Río) de MM2) y el Azoxistrobin (detectado en 2 muestras de Arroyos de SS3)*

Por otro lado, y siguiendo la lógica del análisis realizado para las muestras de agua de consumo, en la [tabla 4.18](#) se muestran las concentraciones discriminadas por plaguicida, detallándose el número de determinaciones positivas ( $n_{positivas}$ ), la concentración media, los valores mínimos (MIN) y máximos (MÁX) hallados y la desviación estándar (DE). Adicionalmente se presenta para cada plaguicida el número de muestras donde se detectó en mayor concentración, denominado como “n >”. La Cipermetrina fue el plaguicida más relevante, ya que por un lado exhibió la concentración máxima más alta de todos los analitos y por otro se detectó en mayor concentración en 9 muestras (de las 23 con plaguicidas detectados y cuantificados). Al considerar la concentración media resultan relevantes también, Glifosato/AMPA en primera medida, y Atrazina y Clorpirifos. Al discriminar los resultados por tipo de agua se grafican las concentraciones mínimas, medias y máximas de cada plaguicida para las muestras de aljibe, pozo y superficial bajo gráficos del tipo Box Plot ([figura 4.20](#)). Adicionalmente se evaluaron las diferencias entre las concentraciones halladas para cada tipo de agua, determinándose la existencia de diferencias significativas (test Kruskal-Wallis,  $p=0,014$ ) entre las muestras de agua de aljibe/pozo y las aguas superficiales, siendo mayores las medias exhibidas en estas últimas como se observa en el gráfico (Media  $\pm$  DE igual  $0,09 \pm 16$ , ( $n=6$ ),  $0,16 \pm 0,35$  ( $n=19$ )  $0,83 \pm 1,84$  ( $n=53$ ) respectivamente).

**Tabla 4.18.** Estadística descriptiva de las concentraciones halladas por plaguicida en la totalidad de las muestras de agua de pozo/aljibe/superficial analizadas

Plaguicidas	n <sub>positivas</sub>	Media	MÍN	MÁX	DE	n >
<i>AMPA</i>	4	1,70	0,50	3,70	1,53	0
<i>Atrazina</i>	10	0,52	0,05	2,87	0,94	2
<i>Azoxistrobin</i>	2	0,33	0,06	0,60	0,38	0
<i>Cipermetrina</i>	12	1,26	0,01	10,73	3,08	9
<i>Clorpirifos</i>	14	0,48	0,01	5,28	1,39	5
<i>Endosulfan <math>\alpha</math></i>	8	0,03	0,01	0,09	0,03	0
<i>Endosulfan <math>\beta</math></i>	7	0,03	0,01	0,07	0,02	0
<i>Epoxiconazol</i>	7	0,07	0,01	0,29	0,10	2
<i>Glifosato</i>	5	2,16	0,50	4,20	1,63	2
<i>Lambdacialotrina</i>	7	0,16	0,01	0,56	0,19	3
<i>Tebuconazol</i>	2	0,04	0,03	0,05	0,01	0

*n >: número de muestras que exhibieron el plaguicida listado en mayor concentración*



**Figura 4.20.** Concentraciones de cada plaguicida detectado en las muestras de agua de aljibe, pozo y superficial en los 8 muestreos realizados. *No se graficó la concentración máxima de 10,7 µg/L de Cipermetrina detectado en un agua superficial (Canal MM1)*

Del mismo se desprende también que la identificación previa de los 5 plaguicidas cuantitativamente relevantes, se debe principalmente a las concentraciones presentes en las aguas superficiales, destacándose a su vez, Atrazina en las aguas de pozo.

En relación a todo lo expuesto en el presente apartado, se destaca que la presencia de mezclas de plaguicidas (coocurrencia) en aguas naturales, es una situación usual y conocida no solo en el país sino en el mundo. Esta situación se explica principalmente por la cantidad y multiplicidad de dichas sustancias que se aplican en diversas dosis en la agricultura según el tipo de cultivo y las plagas a combatir (Gilliom, 2006); representando escenarios de contaminación por “cócteles químicos”<sup>31</sup>, una problemática compleja y de relevancia en la actualidad por los efectos aditivos y sinérgicos que pueden ocasionar (rev de Souza y otros, 2020). Por otro lado, en cuanto a la comparación de la presencia y concentraciones de plaguicida en cuerpos de agua superficiales de nuestro país, el abanico de información existente es mayor que en las aguas de consumo, siendo destacable la ubicuidad de estos contaminantes informada en los trabajos publicados en Argentina (y resumidos en el ANEXO B) de los plaguicidas también identificados como relevantes en las muestras aquí estudiadas. En cuanto a la presencia de Clorpirifos y Cipermetrina, en el presente estudio, Marino y Ronco (2005) detectaron niveles del orden y más elevados para ambos insecticidas en arroyos pampeanos adyacentes a cultivos de soja en la Provincia de Bs As, detectándose en intervalos de 0,4 -10,8 µg/L y 0,12-194 µg/L respectivamente. En arroyos de dicha provincia se realizó también un estudio durante épocas de aplicación de insecticidas, reportándose concentraciones de ambos agrotóxicos en la escurrentía superiores a los criterios de calidad de agua para el agua dulce según Jergentz y otros (2005), con riesgo grave para la biota acuática (situación que se repite en las muestras de agua de la presente tesis y que se presenta en el apartado siguiente). En otras zonas de la Argentina como la Cuenca del Río Suquía en Córdoba (Bonansea y otros, 2013), el alto valle de Río Negro (Miglioranza y otros, 2013) y Subcuencas agrícolas de Misiones, Tucumán y Sureste de Bs As (De Gerónimo y otros, 2014) se han analizado diversas familias de plaguicidas detectándose concentraciones elevadas de insecticidas OCl de uso histórico como el DDT, y metabolitos como el Endosulfan sulfato, así como herbicidas y fungicidas usados corrientemente en el paquete agrobiotecnológico actual como la Atrazina y el Tebuconazol. Una revisión

---

<sup>31</sup> Un "cóctel" de plaguicidas es definido como una mezcla compleja de compuestos. La misma puede presentar efectos más tóxicos y nocivos en organismos expuestos en comparación a la exposición por dichos compuestos de manera aislada (Yang y otros, 2018). Cada cóctel, cada combinación, forma una sustancia considerada como única y exclusiva (Gilliom y otros, 2006).

exhaustiva de los estudios de monitoreo de plaguicidas en aguas superficiales en todo el mundo muestra una presencia crítica de estos 2 últimos plaguicidas, junto con los metabolitos de la Atrazina, el Metolaclor y el Clorpirifos (*rev* de Souza y otros, 2020). En relación al Glifosato, Ronco y otros (2016), hallaron frecuencias de detección del 15% en intervalos de 0,4 - 1,2 µg/L en aguas superficiales del tramo argentino de la Cuenca Paraná-Paraguay. En la Provincia de Entre Ríos, y con el objetivo de evaluar la presencia del mismo en las aguas superficiales, recientemente se ha conformado una red de monitoreo del efecto del uso de Glifosato (RMCA), la cual reportó que la mayoría de las muestras positivas analizadas a lo largo y ancho de la provincia, estuvieron en un rango de concentración de 0,1 - 240 µg/L (Sasal y otros, 2017), con frecuencias de detección entre 24 y 31% equivalentes a las medidas para los sitios de trabajo (28 y 22% para Glifosato y AMPA respectivamente). Dicho herbicida, en comparación con los otros plaguicidas evaluados en este trabajo, ha sido detectado solo en aguas superficiales y no en las aguas de pozo. En relación a esto último, a pesar de que existen estudios que han demostrado la movilidad del Glifosato a través del suelo y la consiguiente presencia en aguas subterráneas de zonas agrícolas intensivas (Kjær y otros, 2011; Sanchís y otros, 2012), las ocurrencias son muy variables, lo que sugiere que el hecho de alcanzar los cuerpos de agua subterránea es dependiente de las características del suelo, prácticas agrícolas empleadas y profundidad del acuífero, entre otras, donde la detección es poco probable y así se ha observado en otros estudios para Argentina (Primost y otros, 2017). Por su parte, y a pesar de la importancia que presenta el agua subterránea como recurso hídrico disponible para el abastecimiento humano (Gilliom, 2007), vale remarcar la preocupación por la escasa información de base en el país sobre la contaminación por plaguicidas en dicha matriz. Existen estudios que muestran la presencia de plaguicidas en agua subterránea, pero de manera dispersa y en bajas frecuencias; hallándose en el norte de la Patagonia Argentina, Metil-Anzinfos asociado a la producción de frutales (Loewy y otros, 2006) y en la Región pampeana Atrazina, Glifosato, AMPA, Acetoclor, Imazetapir y Clorpirifos en niveles traza y en muy un bajo porcentaje de muestras (Barbieri y otros, 2017; Vazquez Amabile y otros, 2018). A nivel internacional, a pesar de las regulaciones, actividades y políticas vigentes, los plaguicidas todavía se encuentran en aguas subterráneas poco profundas en todas las regiones agrícolas del mundo (Swartjes y Van der Aa, 2020). Por último, y en relación a las aguas de aljibe, cabe destacar que solo se tomaron 2 muestras (MM1 y MM2). Considerando su origen en las lluvias, estos resultados pueden compararse con los publicados por Alonso y otros (2018) en la Región Pampeana, resultando

menores los niveles de Atrazina. Dicho trabajo y Lupi y otros (2019) detectaron Glifosato y AMPA en frecuencias variables entre 13 y 81%; relevando en coincidencia con lo hallado en otras regiones de Estados Unidos y Canadá (Chang y otros, 2011; Farenhorst y Andronak, 2015), la ubicuidad de dichos herbicidas en la atmósfera (Majewski y otros, 2014). Este escenario nos advierte también sobre el riesgo de recolección de agua de lluvia para consumo humano (Lupi y otros, 2019).

Para finalizar, considerando que la FAO ha manifestado que la agricultura es uno de los factores más contribuyentes en la degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, y que la ONU ha declarado el acceso al agua potable y al saneamiento como un derecho humano (ONU 2003; FAO, 2004); la protección de los sistemas de agua dulce es una cuestión estratégica para preservar el recurso. Evaluar la calidad y cantidad de lo que ingresa a estos sistemas es importante para poder tomar medidas de manejo racional. Resulta entonces imprescindible el cuidado del agua tanto superficial, subterránea como de lluvia, para prevenir su contaminación y evitar su sobreexplotación (Barbieri y otros, 2017).

#### *Comparación con Niveles guía para la protección de la Biota Acuática Aguas superficiales*

Frente a la falta de límites permitidos en la legislación argentina en relación a cuerpos de agua superficiales, se procedió a comparar con los Niveles Guía (NG) recomendados para la protección de la biota acuática elaborados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SRHN). En la [figura 4.21](#) se muestra dicho análisis a través de un esquema de colores para su mejor visualización para todos los plaguicidas analizados que fueron detectados en al menos una muestra de agua superficial. De la misma se desprende la falta de NG para insecticidas y fungicidas. Por otro lado, de los existentes, se observa que para el caso de los herbicidas (Glifosato y Atrazina) el 100% de las muestras presentaron concentraciones por debajo de los NG. Para los insecticidas la situación se complejiza, ya que todos los porcentajes de las muestras que superaron los NG respectivos resultaron mayores al 40%, presentando pocas muestras (n=6 para Clorpirifos, n=1 para Endosulfan) concentraciones dentro de los niveles para la protección de la biota acuática.



Muestreo	Tipo de Agua	Gli	AMPA	Atz	Clp	Endo	λcial	Cip	Epozol	Tebzol	Azox
SS1	Arroyo										
SS1	Arroyo										
VSJ1	Bebedero										
MM1	Canal										
MM1	Canal										
SS2	Arroyo										
SS2	Arroyo										
SS2	Arroyo										
VSJ2	Bebedero										
MM2	Canal										
MM2	Canal										
MM2	Canal										
MM2	Río										
VSJ2	Tanque molino										
SS3	Arroyo										
SS3	Arroyo										
VSJ3	Bebedero										
VSJ3	Tanque molino										
< Nivel Guía (%)		100	-	100	37	6	-	0,0	-	-	-
> Nivel Guía (%)		0,0	-	0,0	63	44	-	44	-	-	-
Nivel guía (µg/L) para la protección de la biota acuática (SRHN)		240		3,0	0,006	0,007		0,0006			

Conc. en la muestra < Nivel Guía
Conc. en la muestra > Nivel Guía
El LC del plaguicida > Nivel Guía
Sin Analizar
Sin valor de Nivel Guía para comparar

Gli: Glifosato; Atz: Atrazina; Clp: Clorpirifos; Endo: Endosulfanes ( $\alpha + \beta$ ); λcial: Lambdacialotrina; Cip: Cipermetrina; Epazol: Epoxiconazol; Tebzol: Tebuconazol; Azox: Azoxistrobin; LC: Límite de Cuantificación

**Figura 4.21.** Comparación de la concentración de plaguicidas detectados en la totalidad de las muestras de agua superficial con los respectivos Niveles Guía recomendados para la protección de la biota acuática de parte de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

## Suelos y Sedimentos: matrices sólidas

### Parámetros fisicoquímicos generales: %H y %MO

Los parámetros generales medidos en las matrices sólidas de los tres sitios de muestreo se detallan en la [tabla 4.19](#). En la misma se indica si la muestra corresponde a un sedimento, o a un suelo de uso agrícola, urbano o mixto. Tanto para el cálculo de la humedad como de la materia orgánica se seleccionaron el 20% de las muestras para llevar a cabo réplicas analíticas con el objetivo de determinar la reproducibilidad de las técnicas gravimétricas utilizadas. Las determinaciones resultaron aceptables obteniéndose coeficientes de variación porcentual menores a 4,8 y 6,9 % para humedad y materia orgánica respectivamente. Ambos parámetros fisicoquímicos aquí presentados, contribuyeron a caracterizar los suelos y sedimentos, aportando información utilizada en análisis que se exponen en el transcurso de la Tesis, particularmente en el apartado de dinámica ambiental. A su vez, todos los valores de humedad reportados, fueron utilizados para los cálculos posteriores de concentraciones de plaguicidas (las mismas se expresaron como  $\mu\text{g}$  de plaguicida/Kg de peso seco del suelo o sedimento analizado). Los porcentajes de MO, para el conjunto de muestras, se obtuvieron en un rango de 1,1 a 53,8% siendo el promedio de  $7,2 \pm 6,4$  (n=67). El valor máximo excepcional detectado corresponde al Sedimento del Canal industrial de MM2 que, a pesar de no realizarse ensayos específicos, desde el punto de vista organoléptico se identificó la presencia de hidrocarburos tanto por color como por olor característico.

### Detección de plaguicidas

Al igual que para aguas, los plaguicidas que fueron analizados en las muestras de suelo y sedimento, fueron variando entre los muestreos, debido a la mejora y optimización de los métodos analíticos y a la disponibilidad de instrumental analítico. En la totalidad de los muestreos se determinaron Glifosato, AMPA, Endosulfan ( $\alpha$  y  $\beta$ ), Clorpirifos, Cipermetrina, Lambdialotrina y Epoxiconazol. En MM2, VSJ2 y VSJ3 y los tres muestreos de SS, se analizaron una cantidad mayor de plaguicidas, ya que, por un lado, se utilizó el método de extracción multiresiduo QuEChERS y por el otro, se pudo acceder al uso del CG-MS y el UPLC-MS/MS, analizándose en dichas muestras un total de 56 compuestos. Esta información se resume y clarifica en la [tabla 4.20](#).

**Tabla 4.19.** Parámetros generales (Humedad y Materia orgánica) medidos en las muestras de suelo y sedimento de las tres localidades de estudio. En la tercera columna se muestra la clasificación de los suelos según su uso

Sitio	Muestra	Uso del suelo	(%) Humedad			(%) MO		
			1er M	2do M	3er M	1er M	2do M	3er M
SS	Camino rural	Rural	S/M	4,0	21,7	S/M	4,1	4,9
MM	Campo convencional	Rural	7,2	18,7	-	5,3	4,7	-
MM	Campo convencional	Rural	S/M	22,2	-	S/M	6,0	-
SS	Campo convencional	Rural	7,9	37,3	40,9	6,9	6,8	6,2
SS	Campo convencional	Rural	9,3	36,2	43,2	6,5	5,6	6,3
SS	Campo convencional	Rural	S/M	38,5	43,6	S/M	6,8	7,0
VSJ	Campo convencional	Rural	10,5	20,2	32,5	7,8	7,7	8,7
VSJ	Campo en transición agroecológica	Rural	10,3	10,0	25,9	8,2	6,1	5,5
SS	Baldío fumigado	Urbano	S/M	21,6	36,4	S/M	5,8	6,2
SS	Baldío con presencia bidones agrotóxicos	Urbano	10,6	27,0	39,7	8,8	9,0	11,5
SS	Baldío con presencia de maquinarias	Urbano	8,1	40,6	19,5	8,3	7,5	10,6
MM	Calle	Urbano	4,3	12,3	-	5,6	4,2	-
SS	Calle	Urbano	3,7	44,6	9,1	S/D	S/D	S/D
SS	Cancha de fútbol	Urbano	12,2	50,4	29,5	12,2	10,6	15,6
MM	Club	Urbano	S/M	21,6	-	S/M	5,8	-
SS	Patio casa	Urbano	10,7	S/M	54,8	9,7	S/M	10,6
VSJ	Patio escuela	Urbano	9,8	11,5	22,2	5,0	6,8	5,5
MM	Plaza	Urbano	4,6	19,6	-	7,7	6,5	-
MM	Plaza	Urbano	2,6	S/M	-	9,7	S/M	-
SS	Plaza	Urbano	16,0	35,1	16,1	14,0	7,6	7,8
VSJ	Plaza	Urbano	S/M	15,2	23,8	S/M	6,1	6,4
VSJ	Plaza	Urbano	S/M	11,5	S/M	S/M	5,1	S/M
SS	Vereda galpón de agroquímicos	Urbano	1,0	5,7	S/M	2,2	2,4	S/M
MM	Vereda galpón de agroquímicos	Urbano	3,1	14,5	-	3,4	3,5	-
SS	Vereda galpón de agroquímicos	Urbano	S/M	20,7	2,6	S/M	3,0	5,2
SS	Cooperativa arrocera	Mixto	S/M	28,6	16,3	S/M	4,9	5,2
VSJ	Cooperativa tampera	Mixto	S/M	13,2	10,8	S/M	4,0	7,1
SS	Sedimento Arroyo		72,0	71,0	58,5	4,5	5,6	4,9
SS	Sedimento Arroyo		22,4	21,8	41,5	1,2	1,1	2,2
SS	Sedimento Arroyo		S/M	92,2	S/M	S/M	6,8	S/M
MM	Sedimento Canal		S/M	44,8	-	S/M	9,2	-
MM	Sedimento Canal industrial		S/M	45,8	-	S/M	53,8	-
MM	Sedimento Río		S/M	23,6	-	S/M	1,7	-

S/M: Sin Muestrear; -: en Monte Maíz no se realizó un tercer muestreo, lo que se indica con dicho símbolo.

**Tabla 4.20.** Plaguicidas analizados en las muestras de suelo y sedimento de cada muestreo realizado

Muestreos	Compuestos analizados		
	n	Plaguicidas	Instrumental utilizado
MM1 y VSJ1	2	Glifosato; AMPA	HPLC-MS
	6	Endosulfan ( $\alpha$ y $\beta$ ); Clorpirifos, Cipermetrina; Lambdacialotrina; Epoxiconazol	CG- $\mu$ ECD
MM2	2	Glifosato; AMPA	HPLC-MS
SS1, SS2 y SS3	31	Multiresiduo CG*	CG-MS
VSJ2 y VSJ3	23	Multiresiduo UPLC + 2,4 D y Dicamba	UPLC-MS/MS

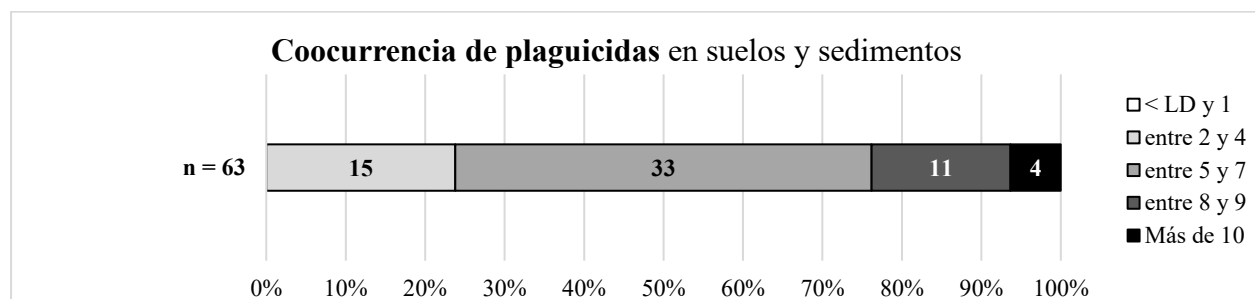
\*En el método Multiresiduo CG se analizan un total de 35 compuestos. En los suelos y sedimentos, se analizaron 31. La diferencia está dada por la Atrazina, Acetoclor, Epoxiconazol y Tebuconazol que se analizaron por UPLC-MS/MS.

Cabe aclarar que en los 2 sedimentos de los Canales de MM2, en 2 muestras de suelo (urbano y rural) de dicho muestreo y en los 2 sedimentos de SS1, solo fueron analizados Glifosato y AMPA por razones operativas, acceso a equipamiento o interferencias de matriz. A este conjunto de 6 muestras las denominaremos “**Excepcionales**” para identificarlas de manera rápida en los análisis siguientes. Por su parte, en la muestra correspondiente al sedimento del Río de MM2 no se pudo analizar la presencia de plaguicidas lo que hace un total de 69 muestras analizadas (de las 70 muestreadas como se mostró en la tabla 4.3).

### *Frecuencias y Concentraciones ambientales*

La información sobre los plaguicidas para cada muestra de suelo y sedimento de todos los muestreos realizados en las tres localidades, se muestra en el [ANEXO G](#). Del total de los suelos y sedimentos analizados, el 97,1% presentó al menos 1 plaguicida, esto significa que solo 2 muestras (un suelo y un sedimento) exhibieron todos los plaguicidas menores al límite de detección correspondiente. Es oportuno destacar que dichas muestras pertenecen al conjunto de las “Excepcionales” donde solo se analizaron 2 plaguicidas. La información sobre la coocurrencia en las 63 muestras (no se tuvieron en cuenta las “Excepcionales” para este análisis), se muestra en la [figura 4.22](#). De la misma se desprende que en el 100% de las muestras se detectaron al menos 2 plaguicidas, en el 24% se detectaron entre 2 y 4, y en el 52% entre 5 y 7. Esto se traduce en que en el 76% de las muestras analizadas se dio la coocurrencia de al menos 7 plaguicidas, y en el 24% restante más de 8, siendo las coocurrencias máximas de 11 y 17 analitos; correspondiente a un camino rural de SS y a un suelo urbano de la vereda de un Galpón de depósito y venta de

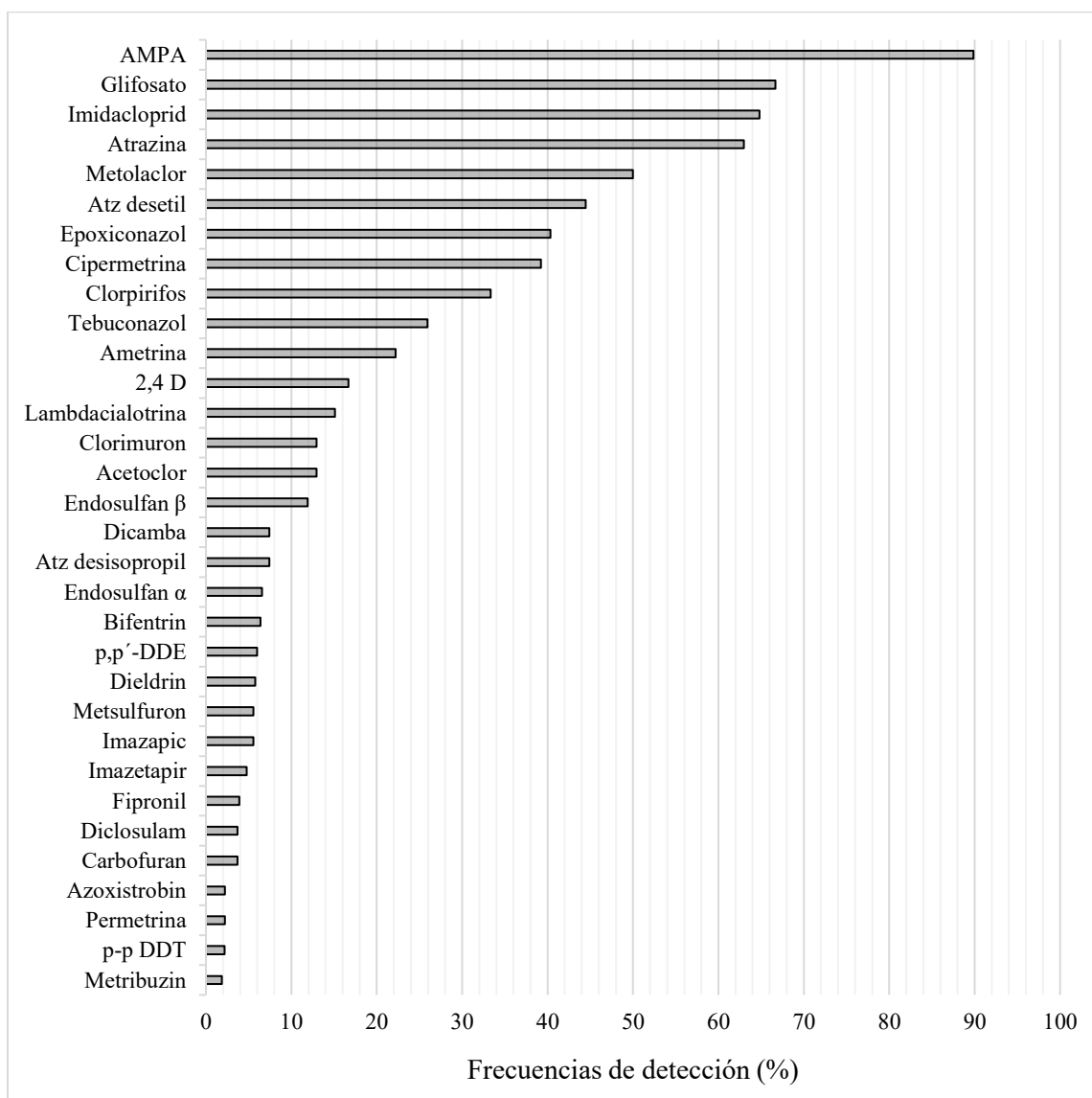
agroquímicos de la localidad de MM respectivamente como se detallará más adelante (ver tabla 4.22).



**Figura 4.22.** Coocurrencia de plaguicidas de las muestras de suelos y sedimentos analizadas. Se exceptuaron para este análisis las “Excepcionales”

En relación a los plaguicidas, en los suelos y sedimentos de MM1 y VSJ1 se detectaron el 100% de los analitos estudiados. Luego, considerando el resto de los muestreos, en los cuales se analizaron 56 compuestos, se detectaron un total de 32 plaguicidas lo que representa el 57% de los compuestos analizados. Los mismos corresponden a 13 insecticidas, 12 herbicidas, 3 fungicidas y 4 metabolitos ambientales. En la [figura 4.23](#) se presentan los resultados de las frecuencias de detección para los mismos. Dicha figura condensa los resultados de los plaguicidas hallados en la totalidad de las muestras de suelos y sedimentos de los 8 muestreos realizados. Teniendo en cuenta que, por razones operativas, para cada muestra recolectada el número de plaguicidas analizado fue variando, para el estudio de frecuencia recién presentado se realizó un análisis meticuloso, en el cual se consideró el número de muestras analizadas y positivas para cada uno de los plaguicidas detectados. Esto permitió realizar un análisis comparativo general de las frecuencias de detección de todas las muestras sólidas recolectadas. De los 32 agrotóxicos presentes entre todas las muestras, el 50% presentó porcentajes de detección menores al 10% (en la figura, desde el Metribuzin hasta el Dicamba). De los 16 plaguicidas restantes, 6 correspondieron a insecticidas los cuales exhibieron valores de frecuencias de 12 a 65 % (este último porcentaje perteneciente al Imidacloprid) y siendo relevantes también Clorpirifos y Cipermetrina, plaguicidas de uso masivo en el país. Los fungicidas con mayores frecuencias fueron Tebuconazol y Epoxiconazol con valores de 26 y 40 % respectivamente. Por último, con ocurrencias mayores al 40% se detectaron los herbicidas Atrazina, su metabolito Atrazina desetil y el Metolaclor, liderando el Glifosato y su metabolito ambiental AMPA la presencia en suelos y sedimentos, con frecuencias de detección de

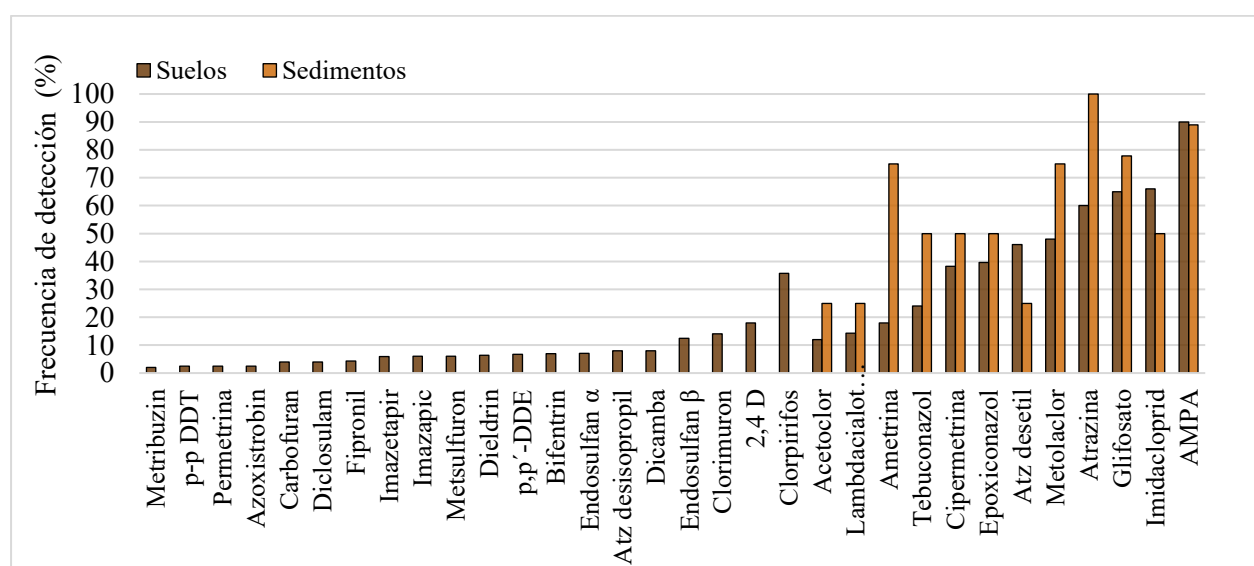
67% y 90% respectivamente, siendo 87% la frecuencia general para la presencia de uno o ambos analitos.



**Figura 4.23** Frecuencia de detección (%) de los plaguicidas hallados en las muestras de suelos y sedimentos de los 8 muestreos realizados

Luego se analizaron las frecuencias de detección haciendo la diferenciación entre suelos y sedimentos (figura 4.24); observándose que, comparativamente, el número de plaguicidas detectados en esta última matriz fue menor (12 plaguicidas detectados, 21% del total de compuestos). Este resultado es de esperar ya que el suelo es el principal receptor de los plaguicidas por su aplicación directa en dicha matriz (Forero, 2009). Sin embargo, es importante considerar

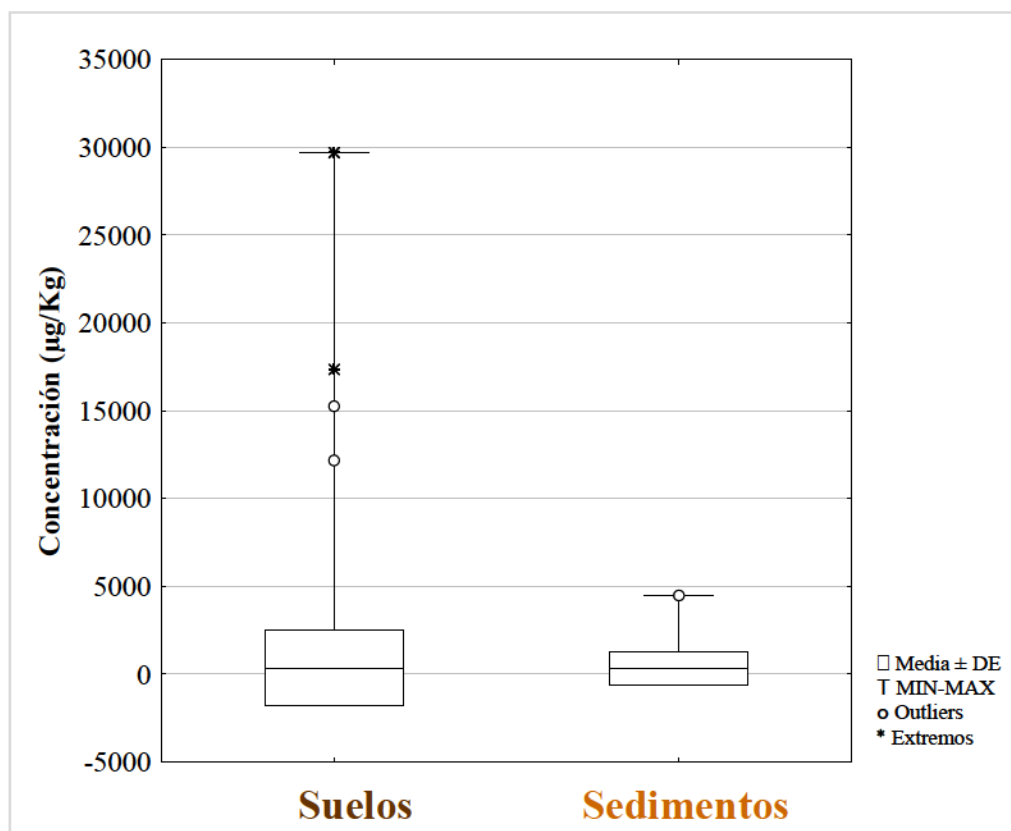
también para este análisis que, del número de sedimentos analizados (n=9), en solo 4 muestra fueron determinados los 56 compuestos por inconvenientes de logística en el laboratorio, como se explicó para las muestras “Excepcionales” y se detalló en el ANEXO G. Se puede apreciar que los insecticidas organoclorados (incluyendo el Endosulfan) se detectaron solo en los suelos y en frecuencias menores al 12%. Por su parte, los plaguicidas relevantes desde el punto de vista de su uso actual (con excepción del Clorpirifos y el 2,4D) fueron hallados en ambas matrices, obteniendo a su vez Metolaclor, Atrazina, Imidacloprid, Glifosato y AMPA frecuencias mayores al 48% tanto en suelos como en sedimentos.



**Figura 4.24** Frecuencia de detección (%) diferenciada por suelos y sedimentos de los plaguicidas hallados en los 8 muestreos realizados

En relación a las concentraciones de plaguicidas, como primer dato general, los 32 plaguicidas cuantificados en la totalidad de las muestras se encontraron en el intervalo de 0,010 a 29705 µg/Kg de peso seco con un promedio de  $351,7 \pm 2095,4$  µg/Kg (n=393). Dicho valor máximo, que se discutirá más adelante, corresponde a la concentración de AMPA detectada en un suelo urbano en un club de MM2. En la [figura 4.25](#) se presentan los resultados diferenciándose entre suelos y sedimentos, cuyas medias y desviaciones estándares respectivas fueron de  $354,5 \pm 2179,4$  µg/Kg y  $332,8 \pm 966,4$  µg/Kg, las cuales no evidenciaron diferencias significativas (Test Wilcoxon, p=0,910). Debido a los múltiples usos del suelo, la escorrentía asociada que moviliza los

plaguicidas hacia los sedimentos y la variedad de activos detectados existe una dispersión de los datos de las concentraciones, lo que podría explicar la no existencia de diferencias significativas.



**Figura 4.25.** Concentraciones diferenciadas por tipo suelos y sedimentos de los plaguicidas totales hallados en los 8 muestreos realizados

A modo de resumen, en la [tabla 4.21](#) se muestran las concentraciones de los 32 plaguicidas hallados. En la misma se detalla, el número de determinaciones positivas ( $n_{positivas}$ ), la concentración media y mediana, la desviación estándar (DE), y los valores mínimos (MIN) y máximos (MÁX) por plaguicida, todos los datos expresados en  $\mu\text{g/Kg}$  de peso seco. En dicha tabla los plaguicidas se listaron en orden creciente de las medianas detectadas, de manera diferencial para suelos y sedimentos tal de visualizar más claramente los plaguicidas de mayor concentración en ambas matrices.

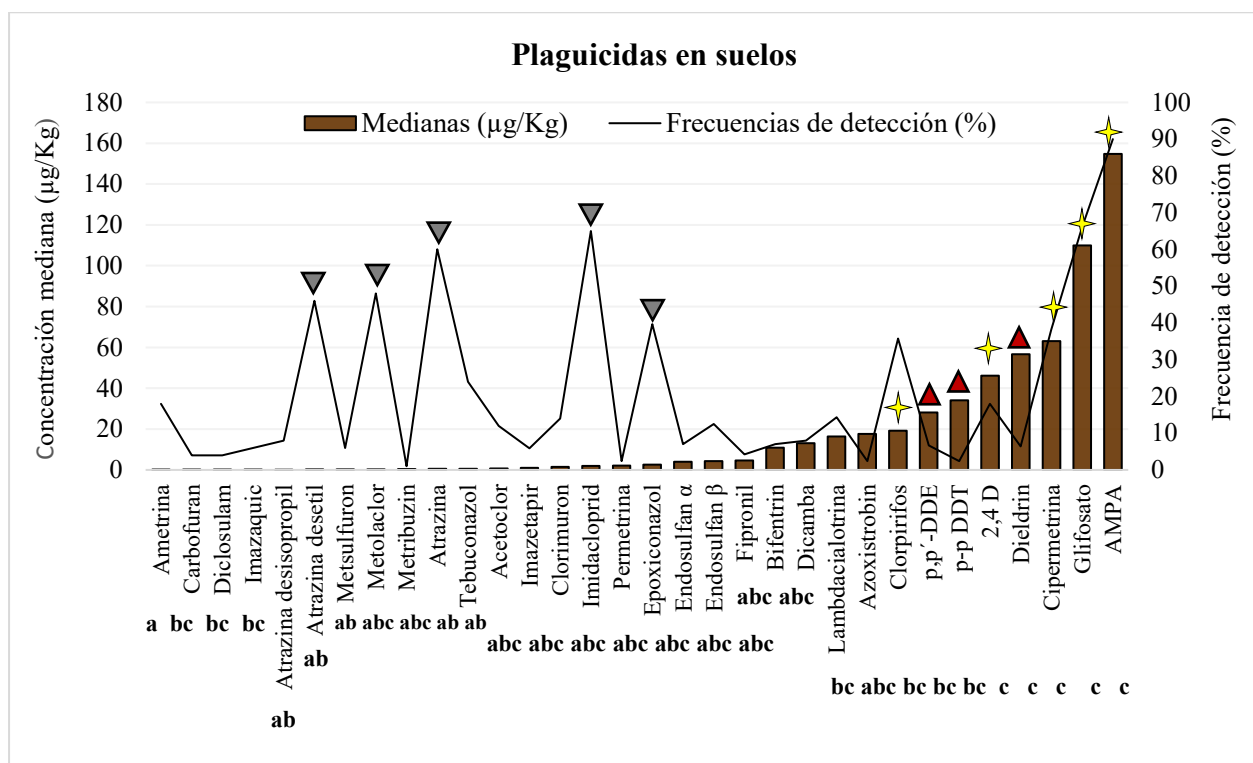


**Tabla 4.21.** Estadística descriptiva de las concentraciones halladas ( $\mu\text{g/Kg}$  peso seco) por plaguicida en la totalidad de las muestras de suelo y sedimentos

Plaguicida	Sedimentos						Suelos						Plaguicida
	n <sub>positivas</sub>	Media	Mediana	DE	MÍN	MÁX	n <sub>positivas</sub>	Media	Mediana	DE	MÍN	MÁX	
2,4D	0	-	-	-	-	-	9	0,02	0,02	0,01	0,01	0,1	Ametrina
Atrazinadesisopropil	0	-	-	-	-	-	2	0,1	0,1	0,04	0,0	0,1	Carbofuran
Carbofuran	0	-	-	-	-	-	2	0,1	0,1	0,00	0,1	0,1	Diclosulam
Clorimuron	0	-	-	-	-	-	3	0,1	0,1	0,03	0,1	0,1	Imazaquic
Dicamba	0	-	-	-	-	-	4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	Atrazinadesisopropil
Diclosulam	0	-	-	-	-	-	22	0,4	0,2	0,6	0,1	2,1	Atrazina desetil
Imazaquic	0	-	-	-	-	-	3	0,6	0,3	0,7	0,0	1,4	Metsulfuron
Imazetapir	0	-	-	-	-	-	24	2,6	0,3	10,9	0,0	53,5	Metolaclor
Metribuzin	0	-	-	-	-	-	1	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	Metribuzin
Metsulfuron	0	-	-	-	-	-	30	1,3	0,5	3,3	0,0	17,7	Atrazina
Clorpirifos	0	-	-	-	-	-	12	1,2	0,5	2,3	0,1	8,5	Tebuconazol
Dieldrin	0	-	-	-	-	-	6	0,6	0,7	0,2	0,1	0,7	Acetoclor
Endosulfan $\alpha$	0	-	-	-	-	-	1	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	Imazetapir
Endosulfan $\beta$	0	-	-	-	-	-	7	4,5	1,5	9,2	0,2	25,3	Clorimuron
Fipronil	0	-	-	-	-	-	33	12,7	2,0	42,0	0,2	240,7	Imidacloprid
p,p'-DDE	0	-	-	-	-	-	1	2,1	2,1	0,0	2,1	2,1	Permetrina
p-pDDT	0	-	-	-	-	-	22	18,7	2,6	62,9	0,1	297,5	Epoxiconazol
Bifentrin	0	-	-	-	-	-	4	6,5	4,0	7,6	0,3	17,5	Endosulfan $\alpha$
Permetrina	0	-	-	-	-	-	5	70,4	4,3	149,5	2,2	337,7	Endosulfan $\beta$
Azoxistrobin	0	-	-	-	-	-	2	4,6	4,6	4,3	1,5	7,6	Fipronil
Atrazinadesetil	1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	3	61,3	10,9	96,6	0,4	172,7	Bifentrin
Acetoclor	1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	4	19,4	13,0	20,6	4,0	47,5	Dicamba
Epoxiconazol	2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	7	34,7	16,4	51,4	1,5	150,1	Lambdacialotrina
Metolaclor	3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,3	1	17,7	17,7	0,0	17,7	17,7	Azoxistrobin
Ametrina	3	0,3	0,2	0,4	0,0	0,7	20	42,5	19,3	61,5	1,8	242,0	Clorpirifos
Tebuconazol	2	0,6	0,6	0,7	0,1	1,1	3	28,4	28,1	21,4	7,2	50,0	p,p'-DDE
Atrazina	4	0,7	0,8	0,2	0,4	0,9	1	34,1	34,1	0,0	34,1	34,1	p-pDDT
Imidacloprid	2	1,2	1,2	0,1	1,1	1,3	9	43,3	46,2	10,1	30,7	57,1	2,4D
Cipermetrina	2	15,5	15,5	3,9	12,7	18,2	3	62,6	56,6	44,6	21,3	109,8	Dieldrin
Lambdacialotrina	1	53,9	53,9	0,0	53,9	53,9	18	1023,3	63,1	3561,3	0,3	15247,3	Cipermetrina
Glifosato	7	895,9	150,7	1640,4	20,0	4483,0	39	942,5	110,0	2990,2	5,0	17357,4	Glifosato
AMPA	8	665,6	219,4	1158,7	33,2	3448,6	54	1244,7	154,7	4414,9	7,1	29705,1	AMPA

En relación a los suelos, en dicha tabla se evidencia la relevancia másica de la presencia de Glifosato, AMPA y Cipermetrina. Estos 3 analitos exhibieron las mayores concentraciones medias y medianas, y ampliamente las concentraciones máximas más altas comparativamente con el resto de los plaguicidas detectados. A su vez, junto con el Dieldrin y el 2,4 D representan los 5 plaguicidas más relevantes desde el punto de vista cuantitativo, como se muestra gráficamente en la [figura 4.26](#). En la misma se resume la información de las medianas calculadas para cada plaguicida, junto con los resultados del análisis estadístico realizado (Kruskal Wallis,  $\alpha=0,05$ ), y se incluyeron también, las frecuencias de detección, de manera de condensar en un mismo gráfico la información cuali y cuantitativa y poder así realizar un análisis conjunto de los plaguicidas hallados en los suelos. Del mismo emerge la importancia ambiental de esta terna de plaguicidas, ya que presentaron altas concentraciones y frecuencias. El Clorpirifos y el 2,4 D también resultaron, en menor medida que estos últimos, con ambas variables por encima del resto de los plaguicidas detectados y cuantificados. Vale destacar la presencia de insecticidas de uso histórico, como el Dieldrin, el DDT y su metabolito DDE, que a pesar de exhibir frecuencias  $< 7\%$ , fueron detectados en concentraciones comparativamente altas con medianas entre 28 y 67  $\mu\text{g/Kg}$ . Caso contrario presentaron los herbicidas Metolacolor, Atrazina y su metabolito desetil, el insecticida Imidacloprid y el fungicida Epoxiconazol, todos con frecuencias entre 40 y 65% y medianas  $< 3 \mu\text{g/Kg}$ .

Con respecto a los sedimentos, si realizamos un análisis comparativo de las concentraciones medias halladas (Kruskal Wallis,  $\alpha=0,05$ ), los fungicidas Epoxiconazol y Tebuconazol, el insecticida Ametrina y los herbicidas Acetocolor, Metolacolor, Atrazina y su metabolito desetil (denominado de manera práctica para este análisis, grupo de bajas concentraciones “bajC”) exhibieron concentraciones significativamente menores que las halladas para el Glifosato y AMPA ( $p=0,013$ ), con medias  $< 1 \mu\text{g/Kg}$ , dos órdenes de magnitud menores que las observadas para el herbicida y su metabolito. El Imidacloprid, y los piretroides Cipermetrina y Lambdacialotrina exhibieron una situación intermedia, no hallándose diferencias significativas con el grupo bajC, ni con el Glifosato/AMPA. Del análisis cuanti/cuali en los sedimentos (no se presenta gráficamente esta información, por ser más sencillo el análisis debido a la menor la cantidad de muestras, activos detectados y las bajas concentraciones medidas), se replica como en los suelos, la relevancia del Glifosato/AMPA y la Cipermetrina, y se destaca la importancia cualitativa de la Atrazina, la cual fue detectada en el 50% de las muestras, pero comparativamente en bajas concentraciones.



**Figura 4.26.** Análisis cuantitativo/cualitativo de los plaguicidas detectados en las muestras de suelo de los 8 muestreos realizados. Las letras (abc) ubicadas en la parte inferior dan cuenta de los resultados estadísticos (letras iguales indican que las medias no son distintas). ★ = plaguicidas con altas frecuencias y concentraciones; ▲ = plaguicidas con altas concentraciones y bajas frecuencias; ▼ = plaguicidas con altas frecuencias y bajas concentraciones

Los resultados de matrices sólidas expuestos hasta el momento, llevaron a identificar que la presencia de mezclas de residuos de plaguicidas “son la regla y no la excepción”, tal como expresa Silva y otros (2019); conclusión que arriba al analizar 76 plaguicidas en más de 300 suelos de toda la Unión Europea. En dicho trabajo, en analogía con la presente tesis se hallaron el 57% de los plaguicidas analizados, detectándose en el 83% de los suelos la presencia de al menos un plaguicida y en el 58% de los mismos, mezclas de dos o más agrotóxicos en un total de 166 combinaciones diferentes. En la misma línea, un trabajo realizado en Francia y publicado recientemente (Pelosi y otros, 2021) investigó la presencia de 31 plaguicidas en 180 suelos tanto de campos agrícolas como de pastizales; obteniéndose al menos 1 agrotóxico en la totalidad de las muestras analizadas y detectándose mezclas de más de 5 plaguicidas en el 83% de los suelos, siendo 19 la coocurrencia máxima, equivalente a los resultados obtenidos en la presente Tesis. A su vez, en concordancia

también con los resultados aquí expuestos, ambos trabajos identifican al Glifosato y AMPA, Epoxiconazol, Tebuconazol e Imidacloprid como los plaguicidas más frecuentes, resultando relevantes además el DDT y sus metabolitos. En dichos estudios no fue hallada la Cipermetrina, la cual resultó ser el insecticida más relevante tanto cuali como cuantitativamente en los suelos analizados aquí. A pesar de la casi nula existencia de trabajos que analicen la presencia de dicho piretroide en suelos, es de destacar que la concentración máxima detectada en un suelo de uso rural de VSJ3 (15247  $\mu\text{g/Kg}$ ), fue 16 veces mayor al valor máximo hallado en suelos agrícolas de la Región pampeana (Fabiano y otros, 2014), existiendo evidencia de impacto adverso en el crecimiento de lombrices juveniles expuestas a concentraciones de 10000  $\mu\text{g/Kg}$  (Zhou y otros, 2008); representando estos organismos un papel clave en la estructura, el funcionamiento y la productividad del suelo (Pelosi y otros, 2021). Por su parte, la ubicuidad y coocurrencia de plaguicidas en sedimentos de fondo, también es una problemática existente. La escorrentía como principal fuente de contaminación difusa de plaguicidas en los cuerpos de agua superficial, y la posterior depositación de las partículas en el fondo de los cuerpos de agua, se traduce en que los sedimentos constituyan un sumidero importante para estos compuestos (Burton y Landrum, 2003). Esto se ve reflejado en la presencia y coocurrencia de plaguicidas de uso histórico y actual detectados recientemente en sedimentos tanto del mundo (Mwevura y otros, 2021; Varnosfaderany y otros, 2020) como del país, con frecuencias de detección del 80-100% (Mac Loughlin y otros, 2017a; Primost y otros 2017). En relación a los plaguicidas detectados en dicha matriz, tanto Hunt y otros (2016) (quienes llevaron a cabo un estudio de determinación de insecticidas en 53 arroyos de regiones de producción de soja de América del Sur) en coincidencia con Etchegoyen y otros (2017) (quienes determinaron plaguicidas en el tramo argentina de la Cuenca Paraguay-Paraná), identificaron al Clorpirifos y la Cipermetrina como los insecticidas más frecuentemente detectados, en disimilitud para el insecticida organofosforado (el cual no fue detectado en los sedimentos aquí analizados) y en concordancia para el piretroide, el cual exhibió concentraciones un orden magnitud menor que las detectadas en la Cuenca del Paraguay-Paraná y niveles mayores que las reportadas por Hunt (2016). Los fungicidas Azoxistrobin ( $< \text{LD}$  en las muestras del presente estudio) y Epoxiconazol fueron detectados en sedimentos de una cuenca suburbana con impacto de horticultura en la zona de la ciudad de La Plata (Mac Loughlin y otros, 2017a) en rangos de concentración de 0,8-214 $\mu\text{g/kg}$ , siendo estos valores dos órdenes de magnitud mayor a los aquí presentados. Por su parte el Tebuconazol fue reportado como uno de los plaguicidas más relevantes

con frecuencias mayores al 30%, según el estudio recién publicado de Pérez y otros (2021), al igual que en la presente tesis. En relación a los herbicidas, particularmente el Glifosato, es de destacar que desde el 2008 hasta el presente año, los estudios a nivel nacional reportan la ubicuidad del mismo y su metabolito ambiental (como lo aquí detectado) tanto en sedimentos de arroyos de diversas zonas agroproductivas del país como en suelos de la región (Peruzzo y otros, 2008; Aparicio y otros, 2013; Ronco y otros 2016; Mac Loughlin y otros, 2017a; Primost y otros, 2017, Okada y otros, 2018; Bernasconi y otros, 2021; Pérez y otros, 2021). Debido a sus propiedades fisicoquímicas, el Glifosato y su principal producto de degradación AMPA, se unen fuertemente a los componentes del suelo, con una vida media reportada de hasta 197 y 240 días respectivamente (condicionada por el tipo de suelo, las condiciones climáticas y la actividad microbiana) (Giesy y otros, 2000). Esto explica en parte, las altas frecuencias reportadas en los estudios mencionados, los cuales coinciden con los resultados propios (87% para el Glifosato y/o AMPA). En relación a las concentraciones en los suelos, se reportaron medias de ambos analitos en el rango de las halladas en las muestras aquí analizadas. Los intervalos de concentraciones recopiladas fueron de 11-8105  $\mu\text{g/Kg}$  y 8-38939  $\mu\text{g/Kg}$  para el compuesto parental y su metabolito respectivamente. Dichas concentraciones máximas fueron halladas en suelos de parcelas agrícolas de Entre Ríos con cultivos de soja, siendo las mismas del orden de las máximas detectadas en los suelos aquí analizados (17357 y 29705  $\mu\text{g/Kg}$  para Glifosato y AMPA) y entre 5 y 7 veces más altas de las reportadas internacionalmente (Primost y otros, 2017). En los sedimentos los intervalos hallados en los estudios nacionales recién mencionadas fueron de 8-3294  $\mu\text{g/Kg}$  y 7-7219  $\mu\text{g/Kg}$  para el Glifosato y AMPA respectivamente. Las máximas corresponden a los mismos sitios entrerrianos ya nombrados y son el orden a los aquí expuestos, reflejando el impacto de las prácticas agrícolas intensivas en la Región Pampeana sobre los suelos y los cuerpos de aguas superficiales representados por los sedimentos de fondos. Por último, las ocurrencias y concentraciones del Glifosato y su metabolito para los suelos y sedimentos en los sitios de estudio seleccionados en la presente tesis, contribuyen a la literatura nacional existente y se suman como evidencia a lo publicado por Primost y otros (2017) y Soracco y otros (2018), quienes infieren que bajo las prácticas actuales, las tasas de aplicación del herbicida son más altas que las tasas de disipación ambiental del mismo; por lo que, tanto el Glifosato como su metabolito ambiental AMPA deben considerarse como contaminantes pseudo persistentes en suelos.

### Plaguicidas en mayores concentraciones y su aporte másico porcentual

Debido a la variedad y cantidad de plaguicidas detectados y cuantificados en las muestras de suelos y sedimentos, resulta relevante identificar aquellos con mayores concentraciones; y, con el objetivo de determinar el grado de importancia de esa información, analizar el aporte másico porcentual de dichos plaguicidas en la carga másica total (CMT) por muestra analizada. Para esto, en primera medida, se presenta por muestra de suelo o sedimento, el número de plaguicidas detectados, el plaguicida de mayor concentración, la CMT y el rango de concentraciones detectado ([tabla 4.22](#)). Luego, la información de los plaguicidas con mayor concentración se condensa en la [figura 4.27](#), en la cual se visualiza que el AMPA resultó ser el analito que exhibió las mayores concentraciones en más de la mitad de las muestras analizadas, seguido por su compuesto parental. Y si se suman los porcentajes de ambos analitos, se revela que el 75% de los suelos y sedimentos presentaron Glifosato o AMPA como compuestos dominantes de la carga másica.

**Tabla 4.22.** Plaguicidas detectados en las muestras suelo y sedimentos de fondo de los 8 muestreos. La Carga másica Total (CMT) y el rango de concentraciones están expresadas en µg/Kg de peso seco (ppb)

Muestreo	Muestra	Matriz - uso	Nº plaguicidas detectados	Plaguicida con > Conc.	CMT	Rango de conc. cuantificadas	
						MÍN	MÁX
MM1	Campo convencional	Suelo Rural	7	Clorpirifos	464,8	2,2	242,0
MM2	Campo convencional	Suelo Rural	0	Todos < LD	< 5	S/v	S/v
MM2	Campo convencional	Suelo Rural	10	AMPA	351,0	0,8	183,4
SS1	Campo convencional	Suelo Rural	8	Cipermetrina	1541,0	0,5	964,3
SS1	Campo convencional	Suelo Rural	9	AMPA	508,7	0,4	422,5
SS2	Camino rural	Suelo Rural	6	AMPA	220,3	0,2	115,6
SS2	Campo convencional	Suelo Rural	5	AMPA	260,8	0,3	150,2
SS2	Campo convencional	Suelo Rural	4	AMPA	264,5	0,2	156,0
SS2	Campo convencional	Suelo Rural	6	AMPA	611,1	0,2	480,5
SS3	Camino rural	Suelo Rural	11	2,4D	164,7	0,4	47,5
SS3	Campo convencional	Suelo Rural	6	2,4D	101,7	1,7	47,8
SS3	Campo convencional	Suelo Rural	5	Glifosato	40,4	0,5	24,4
SS3	Campo convencional	Suelo Rural	7	Cipermetrina	772,3	1,9	745,6
VSJ1	Campo convencional	Suelo Rural	7	Cipermetrina	1556,7	3,3	632,5
VSJ1	Campo en transición agroecológica	Suelo Rural	6	AMPA	731,2	0,3	458,8
VSJ2	Campo en transición agroecológica	Suelo Rural	2	Imidacloprid	3,2	3,1	3,1
VSJ2	Campo convencional	Suelo Rural	4	Lambdacialotrina	183,4	31,2	150,1
VSJ3	Campo en transición agroecológica	Suelo Rural	4	Cipermetrina	57,7	1,7	55,9
VSJ3	Campo convencional	Suelo Rural	5	Cipermetrina	16645,5	2,1	15247,3
MM1	Calle urbana	Suelo Urbano	4	AMPA	154,2	6,7	55,8
MM1	Plaza	Suelo Urbano	5	Glifosato	3600,6	3,4	2791,9
MM1	Plaza	Suelo Urbano	5	AMPA	273,2	17,4	91,8
MM1	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	8	Glifosato	7774,2	6,3	3868,0
MM2	Calle urbana	Suelo Urbano	1	Glifosato (DNC)	5,0	S/v	S/v
MM2	Club	Suelo Urbano	8	AMPA	36412,9	55,3	29705,1
MM2	Plaza	Suelo Urbano	8	AMPA	318,0	0,4	250,5
MM2	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	17	AMPA	1505,4	0,2	966,8
SS1	Baldío presencia bidones agrotóxicos	Suelo Urbano	5	Glifosato	25145,3	0,04	17357,4
SS1	Baldío presencia maquinarias	Suelo Urbano	9	Glifosato	391,6	0,01	191,3
SS1	Calle urbana	Suelo Urbano	5	AMPA	64,5	0,2	63,8
SS1	Cancha de fútbol	Suelo Urbano	4	AMPA	71,2	2,1	69,0
SS1	Patio casa	Suelo Urbano	6	AMPA	119,4	0,6	62,3
SS1	Plaza	Suelo Urbano	4	AMPA	135,0	0,02	104,6
SS1	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	8	AMPA	494,1	0,4	317,7

S/v: sin valor

**Tabla 4.22 (continuación).** Plaguicidas detectados en las muestras suelo y sedimentos de fondo de los 8 muestreos

Muestreo	Muestra	Matriz - uso	CMT	Nº plaguicidas detectados	Plaguicida con > Conc.	Rango de conc. cuantificadas	
						MÍN	MÁX
SS2	Baldío urbano fumigado	Suelo Urbano	5454,9	7	AMPA	0,1	3081,9
SS2	Baldío presencia bidones agrotóxicos	Suelo Urbano	309,2	7	Glifosato	0,1	140,4
SS2	Baldío presencia maquinarias	Suelo Urbano	438,6	8	Glifosato	0,1	165,1
SS2	Calle urbana	Suelo Urbano	296,2	4	AMPA	0,03	153,4
SS2	Cancha de fútbol	Suelo Urbano	341,4	5	AMPA	0,02	170,8
SS2	Plaza	Suelo Urbano	85,7	5	p-p' DDE	0,4	50,0
SS2	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	682,0	7	Glifosato	0,4	350,0
SS2	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	12474,9	10	AMPA	0,0	12175,1
SS3	Baldío fumigado*	Suelo Urbano	41,2	6	AMPA	0,5	25,9
SS3	Baldío presencia bidones agrotóxicos	Suelo Urbano	916,0	7	AMPA	7,6	432,2
SS3	Baldío presencia maquinarias	Suelo Urbano	53,0	5	AMPA	0,4	49,8
SS3	Calle urbana	Suelo Urbano	15,8	3	AMPA	0,6	15,2
SS3	Cancha de fútbol	Suelo Urbano	112,0	7	Dicamba	0,1	47,5
SS3	Patio casa	Suelo Urbano	58,4	3	2,4D	0,4	32,4
SS3	Plaza	Suelo Urbano	129,9	6	Cipermetrina	0,3	67,3
SS3	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	340,2	7	AMPA	0,3	206,9
V SJ1	Patio escuela	Suelo Urbano	256,2	6	AMPA	4,0	156,6
V SJ2	Patio escuela	Suelo Urbano	2,1	2	Atrazina	0,3	0,3
V SJ2	Plaza	Suelo Urbano	171,8	4	AMPA	23,9	147,4
V SJ2	Plaza	Suelo Urbano	966,0	4	AMPA	8,6	911,3
V SJ3	Patio escuela	Suelo Urbano	90,2	4	AMPA	0,3	59,6
V JS3	Plaza	Suelo Urbano	223,4	6	AMPA	0,2	170,1
SS2	Cooperativa arrocera	Suelo Mixto	420,2	7	Cipermetrina	0,6	162,7
SS3	Cooperativa arrocera	Suelo Mixto	265,1	8	Glifosato	1,5	214,8
V SJ2	Cooperativa tambara	Suelo Mixto	294,3	5	AMPA	0,2	210,6
V SJ3	Cooperativa tambara	Suelo Mixto	456,1	5	Imidacloprid	0,4	240,7
MM2	Sedimento canal	Sedimento	< 5	0	Todos < LD	S/v	S/v
MM2	Sedimento canal industrial	Sedimento	2139,8	2	Glifosato	885,4	1254,5
MM2	Sedimento Río	Sedimento	S/d	S/d	S/d	S/d	S/d
SS1	Sedimento Arroyo	Sedimento	490,3	2	AMPA	150,7	339,6
SS1	Sedimento Arroyo	Sedimento	72,7	1	AMPA	72,7	72,7
SS2	Sedimento Arroyo	Sedimento	607,9	6	AMPA	0,1	352,6
SS2	Sedimento Arroyo	Sedimento	163,2	2	AMPA	70,0	93,3
SS2	Sedimento Arroyo	Sedimento	7987,1	7	Glifosato	0,7	4483,0
SS3	Sedimento Arroyo	Sedimento	154,4	8	AMPA	0,2	99,1
SS3	Sedimento Arroyo	Sedimento	73,4	8	AMPA	0,3	33,2

\* En el tercer muestreo se tomó muestra de la periferia ya que el terreno se encontraba alambrado; S/d: Sin determinar





**Figura 4.27.** Plaguicida con mayor concentración en las muestras de suelos y sedimentos de fondo, expresado como porcentaje sobre el total de muestras. *En la etiqueta se muestra el plaguicida y luego del punto y coma el porcentaje correspondiente. IMIDA: Imidacloprid; Otros: corresponde a la suma de los porcentajes correspondientes a Atrazina, Dicamba, Clorpirifos, Lambacialetrina y p,p'-DDE. Cada uno de los mismos se detectó en mayor concentración en 1 muestra.*

Por otro lado, y como se dijo anteriormente se procedió a analizar cuál es el aporte másico porcentual (AM%) de los plaguicidas detectados en mayor concentración en cada muestra (cálculo realizado de acuerdo a la [Ecuación 4.5](#)). A su vez, y por lo que emergió de la figura 4.23 se procedió a hacer este cálculo en todas las muestras, para la sumatoria de las concentraciones detectadas de Glifosato más AMPA y así determinar la magnitud y relevancia de la presencia de dichos analitos en los suelos y sedimentos.

$$AM\%_{ij} = \frac{[Pi]_j}{CMT_j} \times 100 \quad \text{Ecuación 4.5}$$

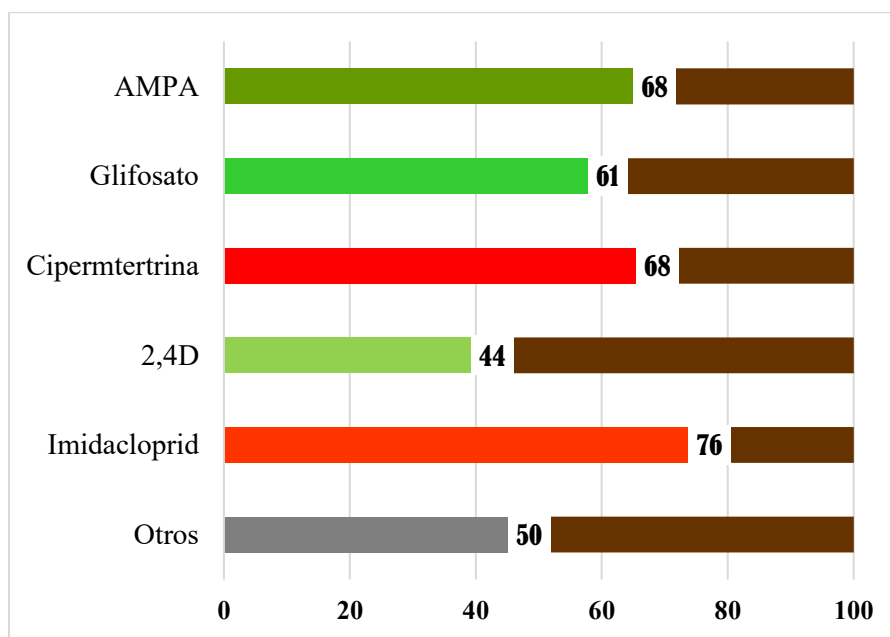
$AM\%_{ij}$  = Aporte Masico Porcentual del i-ésimo plaguicida detectado en mayor concentración en la j-ésima muestra de suelo o sedimento

$[Pi]_j$  = Concentración del i-ésimo plaguicida detectado en mayor concentración en la j-ésima muestra de suelo o sedimento ( $\mu\text{g/Kg}$ )

$CMT_j$  = Carga Másica total de plaguicidas calculado para la j-ésima muestra de suelo o sedimento ( $\mu\text{g/Kg}$ )

De las 67 muestras analizadas, la media de los AM% calculados fue de  $64,8 \pm 20,2\%$ . En la [figura 4.28](#) se informan los valores promedios para cada plaguicida identificado en la figura anterior. Las medias para cada uno de los mismos fueron contrastadas a través de una Prueba de Kruskal Wallis no hallándose diferencias significativas entre las mismas ( $p=0,179$ ). Con excepción del 2,4D todas las medias de los aportes másicos calculados son mayores al 50%, lo que denota la relevancia

cuantitativa de los plaguicidas detectados en máximas concentraciones. Por su parte, el cálculo de la media del AM% para las concentraciones de Glifosato + AMPA fue de  $72,7 \pm 32,6 \%$  ( $n=67$ ), en similitud con lo publicado recientemente por Bernasconi y otros (2021) quienes reportaron aportes máxicos a la carga total de plaguicidas para dichos analitos del 90%, evaluados en sistemas agrícolas convencionales y agroecológicos vecinos de estos últimos.



**Figura 4.28.** Promedio de los aportes máxicos, de los plaguicidas con mayor concentración en los suelos y sedimentos

Los resultados aquí expuestos, demuestran que el herbicida que domina el mercado mundial de plaguicidas y consecuentemente en la Argentina, no solo fue el compuesto cualitativamente más importante en las matrices sólidas, con 90% de frecuencia de detección (y 67% para su metabolito ambiental), sino que resultó ser el plaguicida cuantitativamente más relevante. El Glifosato y el AMPA exhibieron las mayores concentraciones medias y medianas, presentaron las mayores concentraciones en el 75% de las muestras y representaron en promedio el 72% de la carga másica total de todos los suelos y sedimentos analizados.

Todo esto lleva a concluir que el Glifosato y el AMPA son los 2 analitos representativos de la contaminación por agrotóxicos en los suelos y sedimentos de la presente Tesis, siendo los mismos excelentes trazadores químicos específicos del modelo agroproductivo dominante del país, tal como lo identifica Bernasconi y otros (2021).

### *Análisis de plaguicidas por uso del suelo*

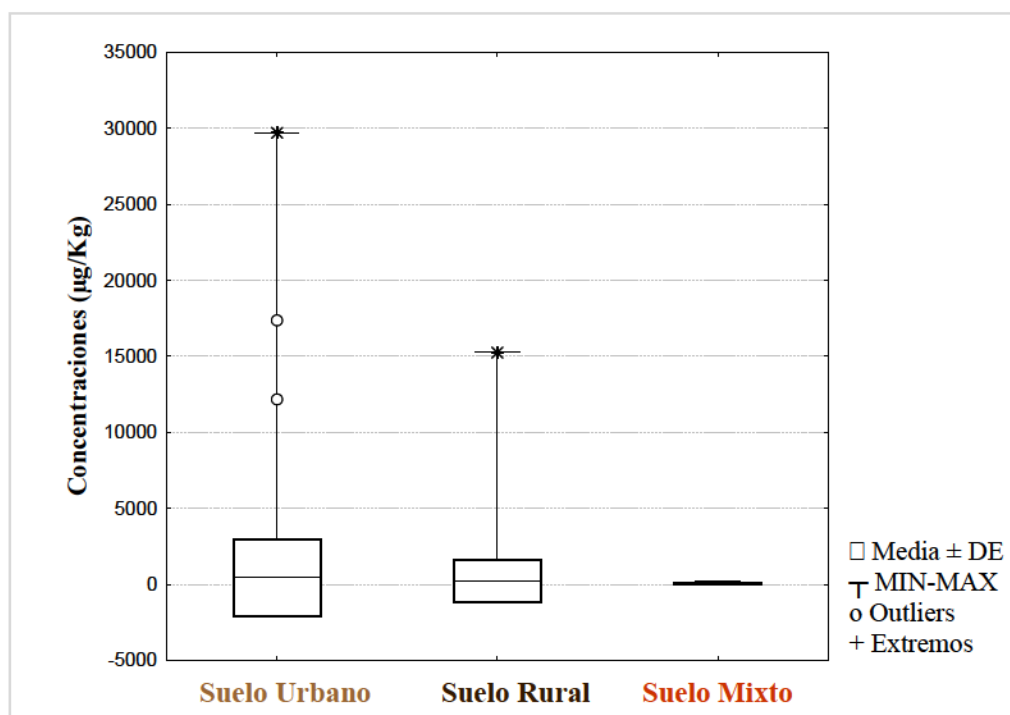
Hasta el momento, los plaguicidas en matrices sólidas se presentaron de manera general y haciendo la diferenciación entre suelos y sedimentos de fondo de aguas superficiales. Sin embargo, como pudo observarse en la metodología y resultados ya expuestos, las muestras de suelos se clasificaron de acuerdo a su uso. Frente a la complejidad propia del ordenamiento territorial de cada municipio dada por las ordenanzas de uso de suelo, los criterios para la clasificación aquí propuestos se basaron en las actividades llevadas a cabo en dichos espacios, es decir, al uso correspondiente de los mismos (Beatriz Giobellina<sup>32</sup>, comunicación personal). Teniendo en cuenta esto, los suelos recolectados se clasificaron en:

- Suelos de uso urbano (U): plazas, calles, veredas, patios, clubes, canchas y baldíos. Todos ubicados dentro de los pueblos (n=37)
- Suelos de uso rural (R): campos agrícolas y caminos rurales (n=19)
- Suelos de uso mixto (M): cooperativas vinculadas al agro (ubicadas en el pueblo y/o en la periferia de los mismos) (n=4)

Esto hace un total de 60 suelos, como se dijo anteriormente. Las concentraciones de los plaguicidas detectados según la clasificación propuesta se muestran gráficamente en la [figura 4.29](#) y se especifican en la [tabla 4.23](#). En las mismas se detallan para cada tipo de matriz sólida y uso del suelo, el número de determinaciones positivas ( $n_{positivas}$ ), las concentraciones medias  $\pm$  DE, las concentraciones medianas, mínimas (MIN) y máximas (MÁX), y los valores “outliers” y “extremos” en caso de existir. Como puede observarse la tendencia de las concentraciones medias siguen un orden creciente  $M < R < U$ . Por su parte los resultados en los suelos urbanos y rurales exhibieron las mayores dispersiones, traducándose esto, en la no existencia de diferencias significativas para las concentraciones medias detectadas por tipo de uso del suelo ( $p=0,915$ ).

---

<sup>32</sup> Beatriz Giobellina, Arquitecta por la Universidad Nacional de Tucumán. Doctora y Especialista Internacional en Ordenación del Territorio y el Medioambiente por la Universidad Politécnica de Valencia, España.



**Figura 4.29.** Concentraciones diferenciadas por tipo de matriz sólida y uso del suelo de los plaguicidas totales hallados en los 8 muestreos realizados

**Tabla 4.23.** Estadística descriptiva de las concentraciones halladas (µg/Kg peso seco) de plaguicidas totales en las matrices sólidas, de acuerdo a su clasificación

Matriz sólida - clasificación	n <sub>positivas</sub>	Media	DE	Mediana	MÍN	MÁX
<i>Suelo Mixto</i>	25	57,4	79,0	5,1	0,02	240,7
<i>Suelo Rural</i>	111	220,5	1453,5	5,2	0,01	15247,3
<i>Suelo Urbano</i>	219	456,3	2572,3	4,4	0,01	29705,1

Este escenario, alerta sobre el nivel de contaminación de los suelos de uso urbano, en comparación con los suelos mixtos y especialmente con los suelos rurales; teniendo en cuenta que los plaguicidas son insumos químicos utilizados específicamente en el rubro agropecuario y aplicados directamente sobre dichos suelos. Todo esto, ha llevado a explorar con mayor detalle los resultados.

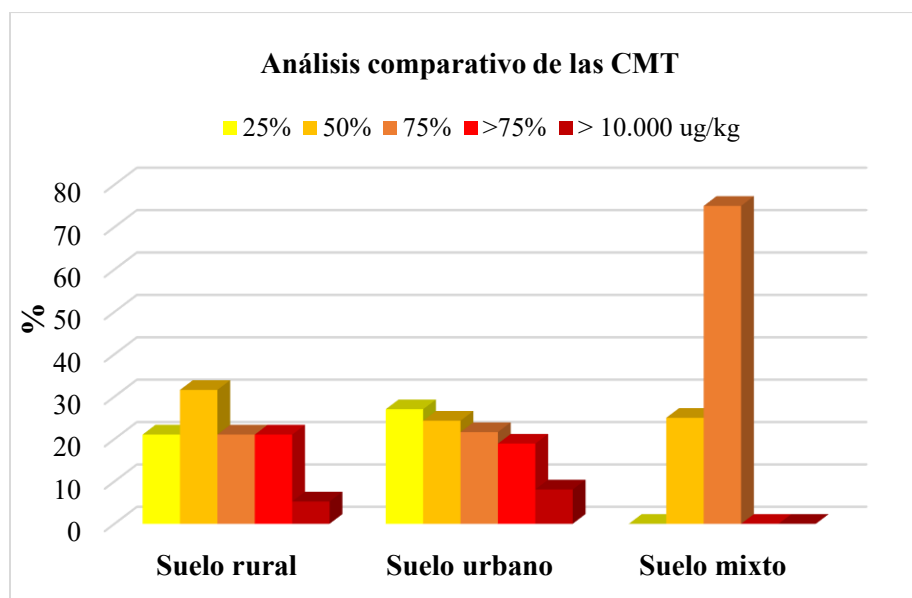
#### *Análisis comparativo de las CMT*

En busca de una mejor comprensión de los resultados hallados, se procedió a realizar un análisis de las cargas máscas de cada muestra de suelo (U, R y M) analizada. Para esto, las concentraciones

calculadas fueron divididas en cuartiles a fin de establecer un gradiente de intensidad, que representa comparativamente el grado de contaminación/nivel de impacto de las muestras analizadas. A su vez, y para su mejor visualización se le asignó una escala de colores a cada categoría, la cual, junto con los resultados de este orden/asignación de colores de las 60 muestras, se detallan en la [figura 4.30](#). Con la información de dicha tabla, se procedió a calcular el número de muestras pertenecientes a cada categoría (o escala de color) tanto para los suelos rurales, urbanos y mixtos; y se calcularon los porcentajes correspondientes, dividiendo el número de muestras de cada categoría por el número total de muestras analizadas para cada tipo de matriz sólida, ya que fueron distintas en cada uno de los casos ( $n_{\text{suelo rural}}: 19$ ,  $n_{\text{suelo urbano}}: 37$ ,  $n_{\text{suelo mixto}}: 4$ ) ([figura 4.31](#)). En la misma se observa que, los suelos urbanos y rurales exhibieron porcentajes similares en las 4 primeras categorías (con un promedio general de 24%). Esto demuestra una homogeneidad en la distribución de los datos, es decir ambos tipos de suelo presentan comparativamente un impacto similar en cuanto a niveles de contaminación por agrotóxicos. El número de muestras para los suelos mixtos fue bajo, por lo que *a priori* no se puede asumir una tendencia definitiva. Por otro lado, son de destacar las concentraciones en la categoría con valores mayores al tercer cuartil. De las cuales 10 muestras exhibieron CMT mayores a 1500  $\mu\text{g/kg}$  y particularmente cuatro presentaron valores mayores a 10000  $\mu\text{g/Kg}$ . De los 10 suelos, 3 correspondieron a rurales y los 7 restantes a suelos de uso urbano. Si contrastamos esta información con los resultados de la tabla 4.22 ya presentada, se evidencia que en los 3 suelos rurales (pertenecientes a campos donde se lleva a cabo agricultura convencional), se identificó al insecticida Cipermetrina como el plaguicida en mayor concentración, exhibiendo concentraciones de hasta 15247  $\mu\text{g/kg}$  como ya se discutió previamente. Por su parte, 3 de los sitios urbanos (uno perteneciente al suelo de una plaza) presentaron las concentraciones más altas del herbicida Glifosato; y los suelos restantes exhibieron AMPA como analito más relevante.

Muestreo	Matriz sólida	Muestra	CMT (µg/Kg)	Muestreo	Matriz sólida	Muestra	CMT (µg/Kg)
MM2	Suelo Rural	Campo convencional	< 5	VSJ2	Suelo Mixto	Cooperativa tampera	294,3
VSJ2	Suelo Urbano	Patio escuela	2,1	SS2	Suelo Urbano	Calle urbana	296,2
VSJ2	Suelo Rural	Campo transición agroecológica	3,2	SS2	Suelo Urbano	Baldío presencia bidones de agrotóxicos	309,2
MM2	Suelo Urbano	Calle urbana	5,0	MM2	Suelo Urbano	Plaza	318,0
SS3	Suelo Urbano	Calle urbana	15,8	SS3	Suelo Urbano	Vereda galpón de agroquímicos	340,2
SS3	Suelo Rural	Campo convencional	40,4	SS2	Suelo Urbano	Cancha de fútbol	341,4
SS3	Suelo Urbano	Baldío urbano fumigado	41,2	MM2	Suelo Rural	Campo convencional	351,0
SS3	Suelo Urbano	Baldío presencia maquinarias	53,0	SS1	Suelo Urbano	Baldío presencia maquinarias	391,6
VSJ3	Suelo Rural	Campo transición agroecológica	57,7	SS2	Suelo Mixto	Cooperativa arrocera	420,2
SS3	Suelo Urbano	Patio casa	58,4	SS2	Suelo Urbano	Baldío presencia maquinarias	438,6
SS1	Suelo Urbano	Calle urbana	64,5	VSJ3	Suelo Mixto	Cooperativa tampera	456,1
SS1	Suelo Urbano	Cancha de fútbol	71,2	MM1	Suelo Rural	Campo convencional	464,8
SS2	Suelo Urbano	Plaza	85,7	SS1	Suelo Urbano	Vereda galpón de agroquímicos	494,1
VSJ3	Suelo Urbano	Patio escuela	90,2	SS1	Suelo Rural	Campo convencional	508,7
SS3	Suelo Rural	Campo convencional	101,7	SS2	Suelo Rural	Campo convencional	611,1
SS3	Suelo Urbano	Cancha de fútbol	112,0	SS2	Suelo Urbano	Vereda galpón de agroquímicos	682,0
SS1	Suelo Urbano	Patio casa	119,4	VSJ1	Suelo Rural	Campo en transición agroecológica	731,2
SS3	Suelo Urbano	Plaza	129,9	SS3	Suelo Rural	Campo convencional	772,3
SS1	Suelo Urbano	Plaza	135,0	SS3	Suelo Urbano	Baldío presencia bidones de agrotóxicos	916,0
MM1	Suelo Urbano	Calle urbana	154,2	VSJ2	Suelo Urbano	Plaza	966,0
SS3	Suelo Rural	Camino rural	164,7	MM2	Suelo Urbano	Vereda galpón de agroquímicos	1505,4
VSJ2	Suelo Urbano	Plaza	171,8	SS1	Suelo Rural	Campo convencional	1541,0
VSJ2	Suelo Rural	Campo convencional	183,4	VSJ1	Suelo Rural	Campo convencional	1556,7
SS2	Suelo Rural	Camino rural	220,3	MM1	Suelo Urbano	Plaza	3600,6
VSJ3	Suelo Urbano	Plaza	223,4	SS2	Suelo Urbano	Baldío urbano fumigado	5454,9
VSJ1	Suelo Urbano	Patio escuela	256,2	MM1	Suelo Urbano	Vereda galpón de agroquímicos	7774,2
SS2	Suelo Rural	Campo convencional	260,8	SS2	Suelo Urbano	Vereda galpón de agroquímicos	12474,9
SS2	Suelo Rural	Campo convencional	264,5	VSJ3	Suelo Rural	Campo convencional	16645,5
SS3	Suelo Mixto	Cooperativa arrocera	265,1	SS1	Suelo Urbano	Baldío presencia bidones de agrotóxicos	25145,3
MM1	Suelo Urbano	Plaza	273,2	MM2	Suelo Urbano	Club	36412,9
			<b>Rango conc. (µg/Kg)</b>				<b>CATEGORÍA</b>
			< LD-104				Cuartil 25%
			105-284				Cuartil 50%
			285-664				Cuartil 75%
			645-10000				> Cuartil 75%
			> 10000				

**Figura 4.30.** CMT (µg/Kg) de plaguicidas en la totalidad de suelos y sedimentos analizados y su nivel de impacto asignado a fines comparativos



**Figura 4.31.** Porcentaje de muestras en cada categoría o escala de colores según el tipo de uso del suelo

#### *Plaguicidas en suelos de espacios públicos urbanos*

Para finalizar el apartado de matrices sólidas, se desarrolla la presencia de plaguicidas específicamente en suelos de espacios públicos urbanos, por considerarse una problemática relevante emergente en todos los casos de estudio. En primera medida, se presenta un listado de espacios que fueron evaluados dentro de la clasificación del tipo de suelo urbano, que ya fue mostrada en tablas anteriores, pero no de manera explícita como se hace a continuación:

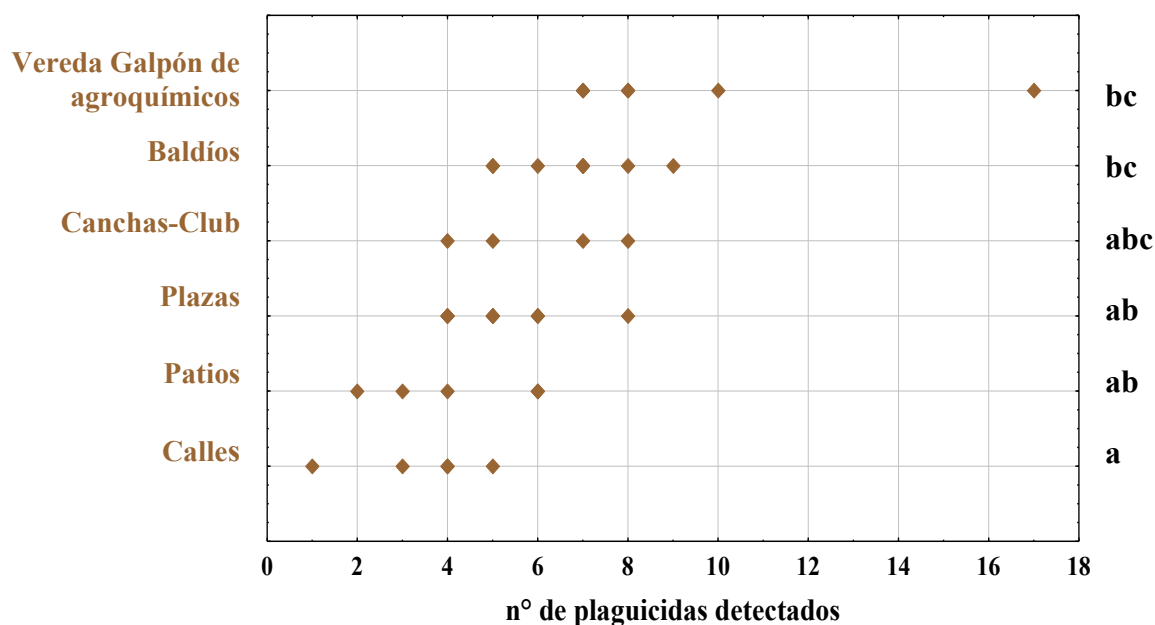
- Plazas (PL): espacios públicos recreativos con juegos para niños (n=9)
- Patios (PA): incluye patios de casas (n=2) y de escuelas (n=3)
- Clubes y Canchas (CyC): espacios destinados a canchas de fútbol (n=3) y club recreativo (n=1)
- Calles (CA): calles con circulación periódica de maquinaria agrícola (n=5)
- Veredas (VG): incluye veredas lindantes a galpones de venta y distribución de agrotóxicos (n=6).
- Baldíos (B): incluye baldíos con presencia de maquinarias (n=3), y presencia de bidones de agrotóxicos (n=3), y un caso particular de un baldío fumigado (n=2).

Estos subgrupos expresan características propias de los pueblos fumigados en los cuales se trabajó, donde existen dentro de su casco urbano lugares de expendio y depósitos de agroinsumos utilizados

en los campos y se observan maquinarias agrícolas circulando en las calles, o depósitos de bidones de residuos de agrotóxicos a la intemperie.

En primera medida, en la [figura 4.32](#) se muestran resultados del rango de las coocurrencias detectadas en las 37 muestras, teniendo en cuenta los distintos espacios muestreados. En la misma se puede observar que el número de residuos de plaguicidas detectados son mayores en veredas lindantes a galpones de agroquímicos y en los baldíos, tal como lo confirma el análisis estadístico de diferencias significativas entre las medias (Prueba Kruskal Wallis,  $p=0,001$ ) cuyos resultados se muestran a la derecha de la figura. En relación a los plaguicidas, se hallaron los mismos que para matrices sólidas general, con excepción de Azoxistrobin y Permetrina, haciendo un total de 30 analitos detectados. En la [tabla 4.24](#) se detalla la estadística descriptiva de las concentraciones halladas de dichos plaguicidas en los suelos urbanos, al igual que como se hizo con todas las matrices ambientales ya presentadas (número de determinaciones positivas ( $n_{positivas}$ ), concentraciones medias  $\pm$  DE, las concentraciones medianas, mínimas (MIN) y máximas (MÁX). Los resultados por subgrupo de suelos urbanos de la tabla, se listan en orden creciente de las medias, que, aunque dichas concentraciones no difieren significativamente (prueba Kruskal Wallis,  $p=0,870$ ), se observa una tendencia creciente entre las mismas ( $PA < CA < PL < VG < B < CyC$ ). En relación a los niveles máximos hallados, el patio de la Escuela de VSJ1 y la calle del sitio 10 de SS2 (la especificidad de los sitios de muestreo de cada localidad se detalla en la Sección B) presentaron las mayores concentraciones correspondientes a 157  $\mu\text{g/Kg}$  y 154  $\mu\text{g/Kg}$  de AMPA, de los subgrupos PA y CA respectivamente. Por su parte, la Plaza con la mayor concentración de plaguicidas pertenece a MM1 en la cual se detectaron 2792  $\mu\text{g/Kg}$  de Glifosato. El suelo de veredas lindantes a galpones de agroquímicos con el nivel máximo detectado, corresponde a la localidad San Salvador (segundo muestreo, sitio 24), el cual exhibió 12175  $\mu\text{g/Kg}$  de AMPA y en cual a su vez se identificaron otros 10 activos diferentes. De los suelos correspondientes a baldíos, en SS1 se halló la máxima concentración (17357  $\mu\text{g/Kg}$  de Glifosato); durante el muestreo, en dicho sitio se identificó la presencia de bidones de agrotóxicos. Del subgrupo CyC, el Club de MM2 con 29705  $\mu\text{g/Kg}$  de AMPA presentó la mayor concentración, no solo de esta categoría sino de las matrices sólidas en general, como ya se discutió en el apartado de “Frecuencias y concentraciones” de plaguicidas de suelos y sedimentos (pág. 118).





**Figura 4.32.** Rango de las coocurrencias detectas en las muestras de suelo de uso urbano, de acuerdo a su subclasificación. A la derecha se muestran los resultados del análisis estadístico (medias con una letra común no son significativamente diferentes). *La única muestra que exhibió 1 plaguicida corresponde al grupo de Excepcionales a las cuales solo se les analizaron Glifosato y AMPA*

**Tabla 4.24.** Estadística descriptiva de las concentraciones halladas ( $\mu\text{g/Kg}$  peso seco) de plaguicidas totales en los suelos urbanos, de acuerdo a su subclasificación

Suelos urbanos-subclasificación	npostivias	Media	DE	Mediana	MÍN	MÁX
Patios	21	25,1	37,0	4,9	0,01	156,6
Calles	16	33,5	50,1	5,9	0,01	153,4
Plazas	47	125,6	439,0	16,4	0,02	2791,9
Veredas galpones de agroquímicos	57	408,3	1719,4	4,0	0,02	12175,1
Baldíos	54	606,5	2594,9	4,5	0,01	17357,4
Cancha-Club	23	1606,0	6279,0	1,5	0,01	29705,1

Por último, en la [figura 4.33](#) se muestran fotos de dos de los sitios urbanos que a su vez fueron identificados en el apartado anterior como los más impactados de todos los suelos analizados en la presente tesis de acuerdo a la CMT de agrotóxicos exhibida. Dichas imágenes evidencian la complejidad de los escenarios de contaminación recién descriptos.

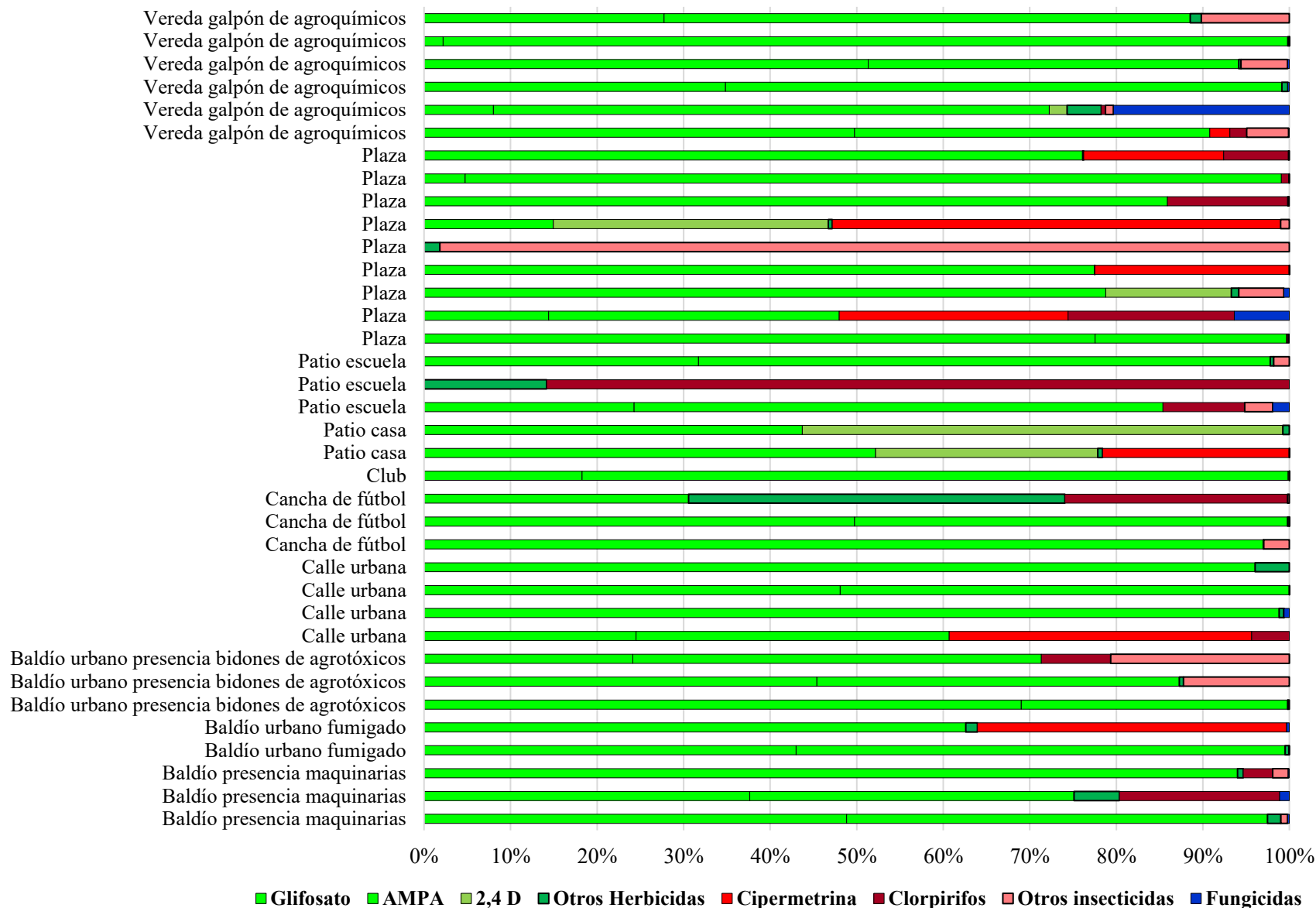
Por otro lado, se evaluó el aporte másico porcentual de los plaguicidas en cada una de las muestras ([figura 4.34](#)). Los AM% de los plaguicidas Glifosato, AMPA, 2,4D, Clorpirifos y Cipermetrina, por su importancia cuantitativa se informaron de manera individual; y a los fines prácticos, el resto

de los plaguicidas detectados se agruparon teniendo en cuenta la clasificación del objetivo de aplicación o plaga a combatir. En función de esto, “Otros Herbicidas” incluyó 11 plaguicidas (Atrazina, y sus metabolitos desetil y desisopropil, Clorimuron, Dicamba, Diclosulam, Imazapic, Imazetapir, Metribuzin, Metolaclor y Metsulfuron). “Otras insecticidas” agrupó 10 compuestos (Ametrina, Bifentrin, Dieldrin, Endosulfan  $\alpha$  y  $\beta$ , Fipronil, Imidacloprid, p,p'-DDE, p-p DDT, y Lambdacialotrina). Y los “Fungicidas” incluyeron Epoxiconazol y Tebuconazol. De la figura puede visualizarse claramente el predominio del aporte de herbicidas y particularmente de Glifosato y AMPA en las cargas másicas totales de la mayoría de los suelos de uso urbano analizados.



**Figura 4.33.** Fotos de los dos sitios de suelos de uso urbano identificados con las mayores CMT de plaguicidas. *Club MM2 (izquierda). Baldío con presencia de bidones SS1 (derecha)*

## Plaguicidas en suelos urbanos



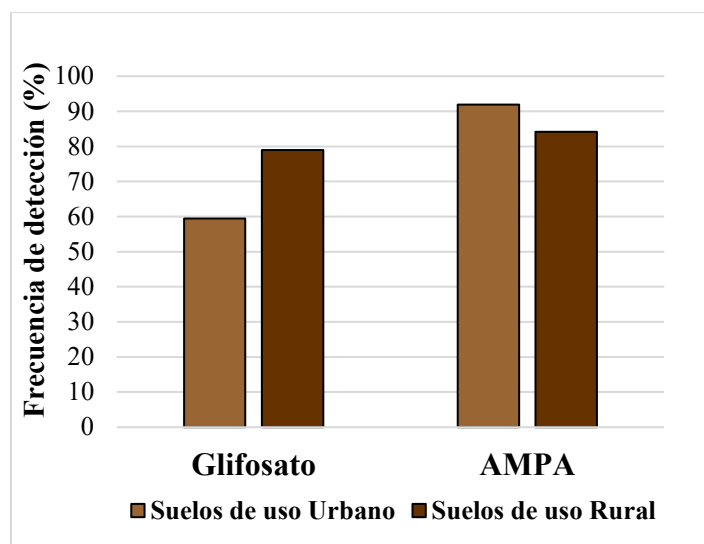
**Figura 4.34.** Aporte másico porcentual de los plaguicidas presentes en las muestras de uso urbano colectadas en la totalidad de los muestreos. “Otros herbicidas” (n= 11); “Otras insecticidas” (n= 10); Fungicidas” (n=2). No se incluyó en este análisis a la muestra a suelo “Calle urbana-MM2” por pertenecer al grupo de las muestras excepcionales a las cuales solo se les analizaron Glifosato y AMPA

Esto se traduce en un AM% de la suma de ambos analitos de  $77,7 \pm 28,5\%$  ( $n=37$ ), en donde a su vez el 89% de las muestras presentaron el herbicida o su metabolito de degradación en mayor concentración, valores más altos aún que lo presentado para matrices sólidas general. El aporte de los insecticidas resulta particularmente relevante en suelos pertenecientes a plazas y patios (con uso reportado directo para controlar hormigas u otros insectos y plagas urbanas; AFAM, 2010), y los fungicidas presentaron una importancia comparativamente menor, siendo relevantes solo en un suelo del subgrupo VG.

#### Herbicidas relevantes: Glifosato y AMPA

En función de estos últimos resultados presentados y debido a la preocupación de frecuencia y niveles de concentración de Glifosato y AMPA hallados en suelos urbanos, se realiza un análisis específico en esta categoría de suelos. A fines comparativos se presentan los resultados hallados en los suelos de uso rural, por tener una cantidad de muestras comparables y por ser este herbicida el insumo químico por excelencia en campos agrícolas con prácticas convencionales.

En la [figura 4.35](#) se presentan las frecuencias de detección de dichos analitos en ambos tipos de suelos. En la misma se observa que la presencia de Glifosato es más frecuente en suelos de uso rural en relación a los urbanos (casi 20% mayor), y por el contrario el AMPA exhibe mayores frecuencias en suelos de uso urbano, pero siendo esta diferencia del 8%. En relación a la presencia de uno o ambos analitos, siempre que se halló Glifosato se detectó también su metabolito (con excepción de una muestra). Sin embargo, en aquellas muestras donde solo se detectó un compuesto, este resultó ser el AMPA, lo que se traduce también en una mayor frecuencia general del mismo frente al Glifosato (89 y 66% respectivamente). Este comportamiento ya ha sido reportado en varios estudios, como en Battaglin y otros (2014), quienes expresan que resulta *poco común que el Glifosato se detecte sin AMPA, siendo más frecuente la presencia de AMPA sin Glifosato*. Dada la relevancia, ubiquidad y condición de pseudopersistencia de estos contaminantes es necesario un análisis detallado de su comportamiento ambiental. El AMPA se degrada más lentamente que el Glifosato en los suelos en las mismas condiciones ambientales (Bento y otros, 2016), lo que conduce a la menor disipación del mismo y, por lo tanto, a la mayor persistencia en el ambiente en relación a su compuesto parental. Esto mismo se discutió anteriormente y ha sido reportado por autores como Battaglin y otros (2005), Okada y otros (2018).



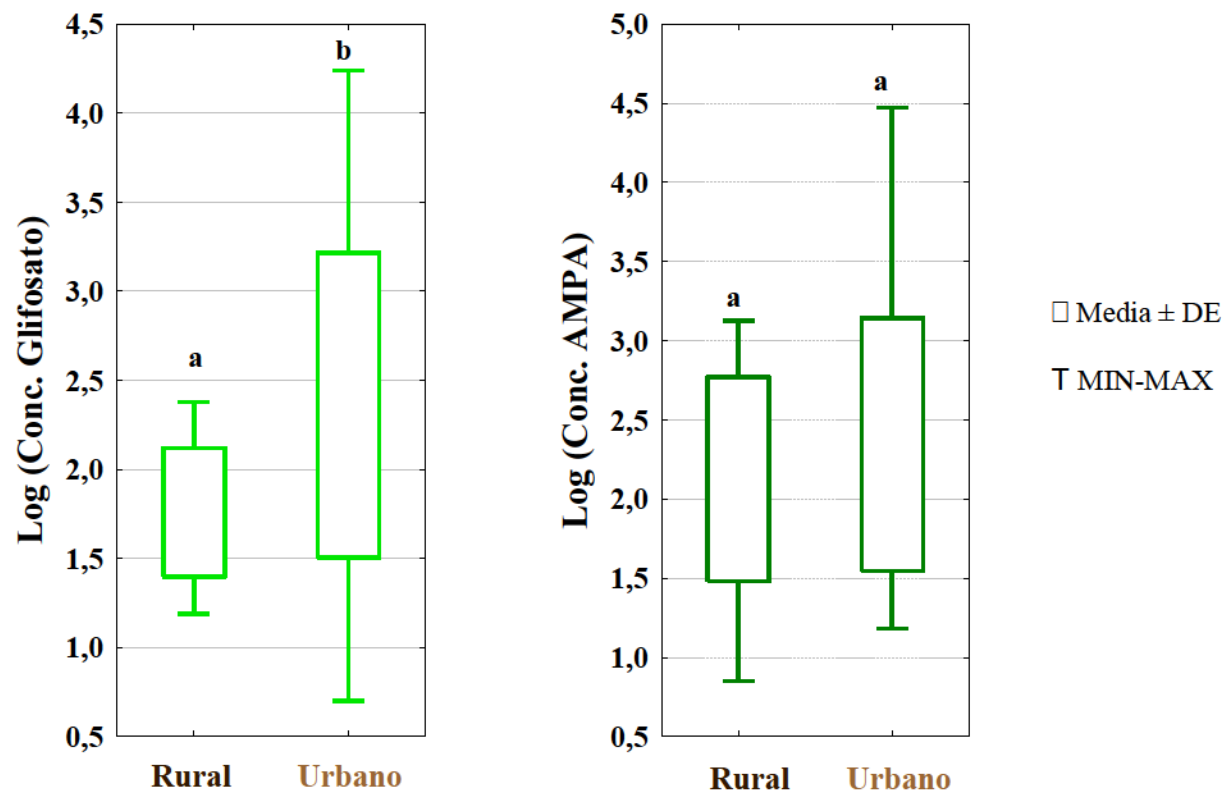
**Figura 4.35.** Frecuencias de detección del Glifosato y AMPA en los suelos de uso urbano y rural

Teniendo en cuenta que 13 de las 14 muestras que exhibieron AMPA, pero no Glifosato, resultaron ser suelos de uso urbano, y que, las mayores frecuencias del mismo se detectaron en los de uso rural, se propone también como posible causa el ingreso diferencial de dicho herbicida. Es decir, el aporte directo, periódico y constante del Glifosato en los suelos rurales bajo las prácticas actuales (lo que llevaron a considerar al Glifosato como un contaminante pseudo persistentes en los campos pampeanos; Primost y otros, 2017); en contraste con el uso pulsátil en los suelos urbanos asociado a prácticas puntuales orientadas principalmente a controlar la vegetación del borde de las carreteras (Huang, y otros 2004), baldíos, plazas y espacios recreativos como quedó demostrado en el presente apartado. Por último y teniendo en cuenta que diversos estudios revelan que los suelos urbanos se diferencian significativamente de los naturales en cuanto a propiedades fisicoquímicas y biológicas (debido a la fuerte influencia que reciben de las actividades antropogénicas) (Md Meftaul y otros, 2019); se deberían analizar para un mayor entendimiento variables como la actividad microbiana, ya que es la vía más importante de degradación del Glifosato al AMPA (Zaranyika y Nyandoro, 1993), la densidad aparente, la biomasa, cantidad y calidad de la materia orgánica e inorgánica, presencia de metales, u otras propiedades que podrían influir en los procesos de sorción, movimiento y mineralización del herbicida (Scharenbroch y otros, 2005).

En la [figura 4.36](#) se muestran las concentraciones de Glifosato y AMPA, tanto en los suelos de uso urbano como rural. Los resultados de la Prueba de Wilcoxon mostraron que los suelos urbanos

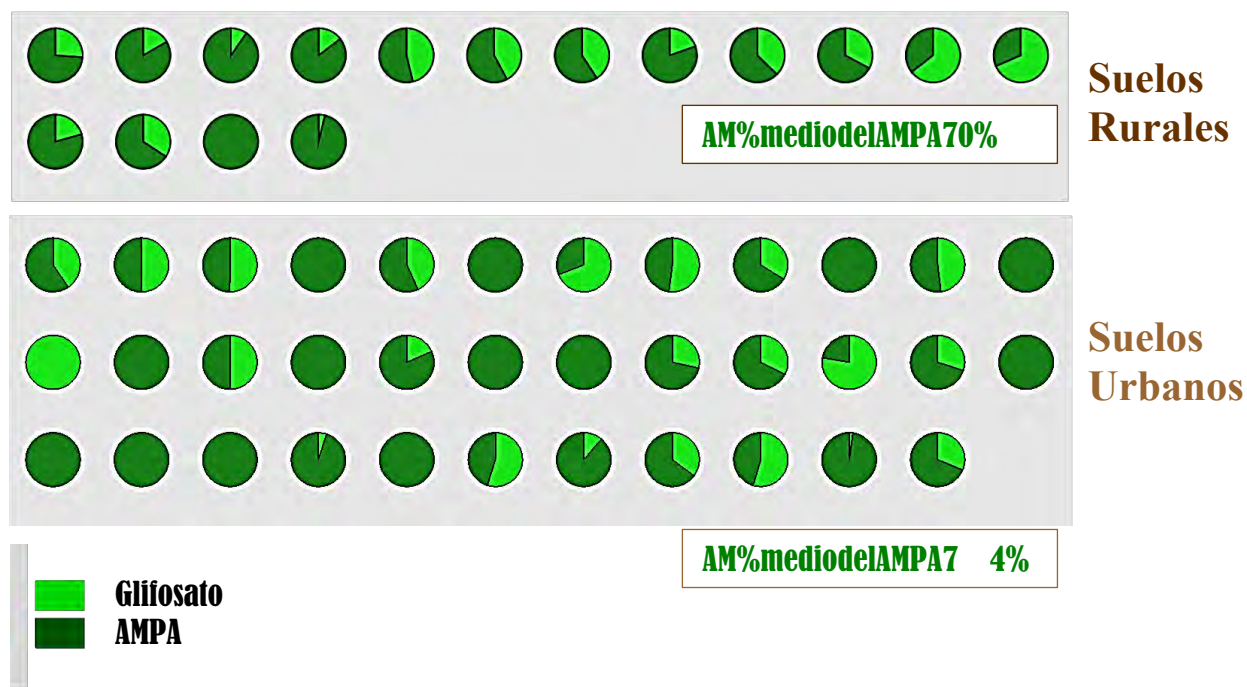
presentaron concentraciones de Glifosato más altas que los de uso rural ( $p=0,008$ ), cuyas medias difirieron en 2 órdenes de magnitud (77,8 y 1603,5  $\mu\text{g/kg}$  respectivamente). En relación a las concentraciones medias de AMPA, las mismas no exhibieron diferencias significativas ( $p=0,632$ ) entre los suelos rurales ( $292,6 \pm 347,4 \mu\text{g/kg}$ ) y urbanos ( $1824,5 \pm 5505,5 \mu\text{g/kg}$ ). Dicho comportamiento ( $p=0,441$ ) lo muestran también las concentraciones de Glifosato + AMPA, cuyas medias y desviaciones fueron ( $307,9 \pm 366,9 \mu\text{g/kg}$ ) y ( $2630,0 \pm 7354,6 \mu\text{g/kg}$ ) respectivamente. Por su parte, el análisis de la relación entre el compuesto padre y su metabolito, permite comprender la historia de uso del herbicida, ya que valores bajos de AM% del AMPA sugieren un aporte reciente o proximal del Glifosato, y valores altos sugieren más tiempo de residencia, o tiempo entre la llegada al ambiente y la recolección de la muestra (Battagil y otros, 2014). En función de esto, los resultados de los aportes máxicos calculados se detallan en la [figura 4.37](#). En la misma se muestra el AM% tanto del AMPA como del Glifosato de las 16 muestras de suelo de uso rural y las 35 de uso urbano que exhibieron Glifosato y/o AMPA, para el cual se consideró como CMT de cada muestra a la suma de las concentraciones de ambos analitos detectados. En dicha figura se observa también el predominio de las muestras con detección de AMPA y no de Glifosato en los suelos urbanos comparativamente con los rurales como se expuso anteriormente (de los 15 suelos con esta característica, el 93% correspondió a suelos de uso urbano). Para las muestras donde solo se cuantificó AMPA el aporte se consideró como del 100% para el mismo, lo que, en base a lo expuesto, estaría indicando que el ingreso del Glifosato no fue reciente. En este sentido y conforme a lo expuesto anteriormente de las particularidades de los suelos urbanos, sería necesario realizar ensayos de vida media de este compuesto en este tipo de suelos a fin de poder generar información precisa respecto a su historial de uso.

Complementariamente es necesario explorar la relación entre las concentraciones de Glifosato y AMPA, tal como hicieron Primost y otros (2017) y Okada y otros (2018), mediante la evaluación de correlaciones lineales entre las mismas con el fin de evaluar su dependencia y establecer si el AMPA cuantificado está asociado o no al Glifosato correspondiente, permitiendo sopesar si la presencia del metabolito se genera en ese lugar o si proviene de otras fuentes. La presencia de correlaciones positivas indica que cuanto mayor es la concentración de Glifosato mayor es la de su metabolito, sugiriendo que las concentraciones de AMPA dependen de las cantidades de Glifosato que hay en dichas matrices, y poniendo en evidencia la estrecha relación entre ambos compuestos (Primost y otros, 2017).



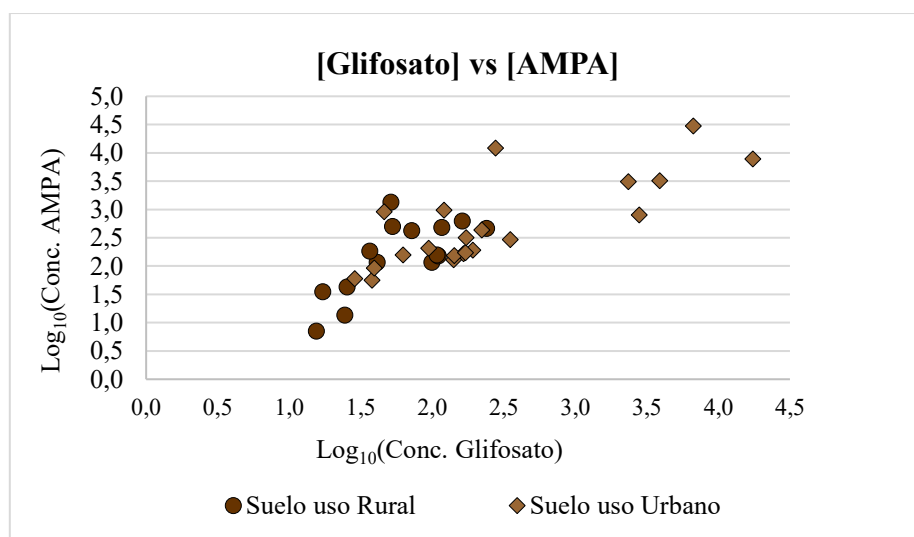
**Figura 4.36.** Concentraciones de Glifosato y AMPA detectadas en la totalidad de las muestras de suelos urbanos y rurales de los 8 muestreos. *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*





**Figura 4.37** Aportes Másicos porcentuales del Glifosato y AMPA por muestra de suelo rural y urbano analizado

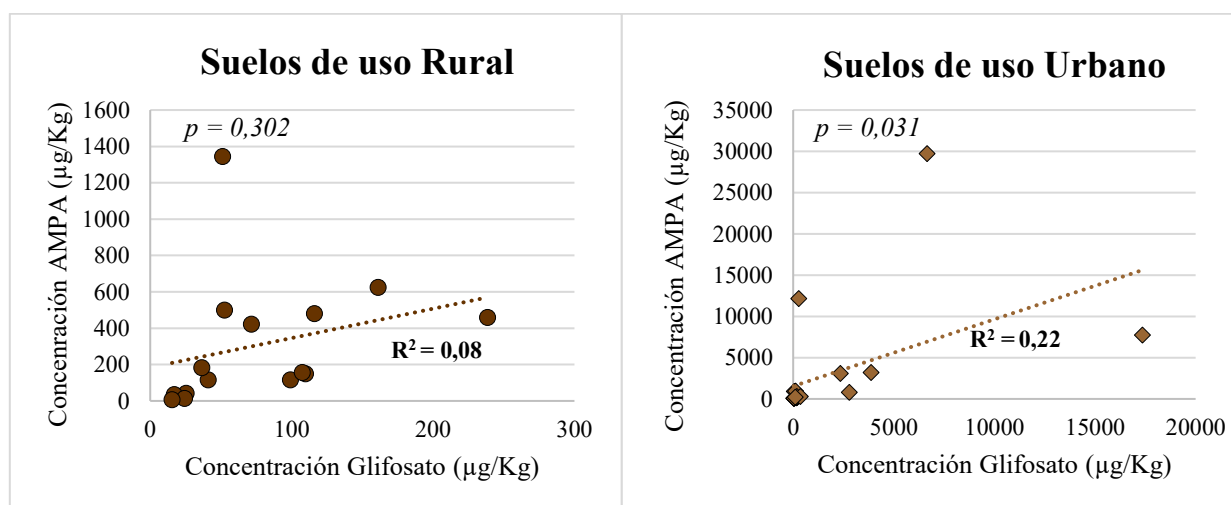
Dicha correlación positiva y significativa entre las concentraciones se observa en las muestras analizadas (figura 4.38), para los suelos de uso rural y urbano. Las mismas fueron expresadas como el  $\log_{10}$  de dichas concentraciones, para su mejor visualización debido a la dispersión de los datos.



**Figura 4.38.** Concentraciones de Glifosato vs Concentraciones de AMPA halladas en la totalidad de las muestras de suelo analizadas



Sin embargo, luego de calcular los coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ) correspondientes a cada subgrupo (figura 4.39), se pudo observar que para los suelos de uso rural no existe correlación significativa, exhibiendo un  $p$ -valor  $> 0,05$  y  $r (0,29) < r$  crítico ( $0,51$ ). Por su parte, las concentraciones en los suelos de uso urbano a pesar de correlacionar significativamente,  $r (0,47) > r$  crítico ( $0,43$ ), de acuerdo a su coeficiente de determinación, se puede observar que solo el 22% de la variabilidad es explicada por el modelo de regresión planteado, por lo que dicho modelo tiene un bajo nivel de ajuste. Desde la perspectiva ambiental, estos resultados sugieren que, frente a la degradación biológica, los procesos de movilización como la escorrentía superficial, la lixiviación y el transporte atmosférico (Alonso y otros, 2018; Lupi y otros, 2019), son relevantes en la dinámica ambiental del Glifosato y AMPA en los escenarios evaluados. Es decir, la presencia de ambos contaminantes en las muestras aquí discutidas, no solo se relaciona con la fuente primaria (aplicación directa de los mismos), sino que los aportes debido a los procesos de deriva primaria, secundaria y terciaria son destacables a la hora de explicar los niveles hallados de Glifosato y AMPA en los suelos rurales y urbanos de la presente Tesis. La información aquí volcada, junto con las ocurrencias y el aporte másico del AMPA que ya fueron presentados, permite evaluar la historia del sistema (Bernasconi y otros, 2021) y comprender las fuentes, el destino y el transporte de glifosato y AMPA en el ambiente (Coupe y otros, 2012).



**Figura 4.39.** Correlaciones entre niveles de Glifosato y AMPA en los suelos de uso rural (izquierda) y urbano (derecha)

Todos los resultados aquí hallados, dan cuenta de una problemática de preocupación y sensibilidad. La presencia ubicua, altas frecuencias y niveles de Glifosato y particularmente de AMPA en suelos de espacios públicos urbanos, demuestran que dichos plaguicidas están siendo movilizados hacia el interior de los pueblos, desarrollándose así, fronteras permeables al paso de insumos agrícolas entre el campo y la ciudad. Esta movilización responde a diversos factores que evidencian la complejidad de los escenarios aquí evaluados. Por un lado, la contaminación que ocurre por la propia dinámica ambiental de los plaguicidas aplicados en los campos agrícolas lindantes a los pueblos. Por el otro, las propias ciudades inmersas en el sistema productivo, que se convirtieron en lugares de tránsito de estos insumos químicos, ya que los agrotóxicos son movilizados a través de ellas, durante la carga y descarga de las máquinas aplicadoras, así como en el traslado para su producción, comercialización, distribución y disposición final (Md Meftaul y otros, 2019). Y por último el uso directo de plaguicidas en espacios públicos urbanos, siendo esta una práctica común. Esto se condice con el uso no agrícola que se está haciendo del Glifosato, no solo en el país sino en el mundo. El consumo global del mismo se ha incrementado cinco veces desde la introducción de los organismos transgénicos, pasando de 16 millones de kg en 1995 a 79 millones de kg en el 2014, representando además esta cantidad el 10% del total de Glifosato utilizado (Benbrook, 2016). Una de las razones de este incremento es la existencia de un proceso de “naturalización” del uso de estos productos, lo que ha contribuido a que sean utilizados en múltiples espacios rurales y urbanos, tanto productivos (campos agrícolas) como no productivos (plazas, calles, baldíos), sin tomar una real dimensión del carácter tóxico del producto y de los problemas derivados de su uso (Souza Casadinho, 2000). Particularmente en la Argentina, es común la venta de plaguicidas en ferreterías, forrajeras, semillerías, casas de artículos de limpieza, entre otros. Se pueden comprar sin obligación de presentar prescripción profesional y, en consecuencia, sin la seguridad de la correcta aplicación y disposición final, quedando esta librada al usuario (Souza Casadinho, 2009). El uso de Glifosato en espacios rurales, conduce a la contaminación del aire, aguas superficiales y subterráneas, sedimentos y suelos, como ha sido demostrado en el transcurso del presente apartado y lo sustenta la bibliografía existente. Por su parte, existen estudios internacionales que demuestran la contribución del Glifosato de uso urbano en la contaminación de las diversas matrices ambientales, particularmente en aguas superficiales. Se destacan trabajos en Alemania quienes calcularon los altos aporte del uso no agrícola del herbicida (hasta dos tercios del total) en los afluentes y sobre el Río Ruhr (Skark y otros, 2004). Estudios que analizan la presencia de Glifosato

en las aguas de los sistemas de drenaje urbano y el efecto de las lluvias, que sumado a la presencia de asfalto lo movilizan rápidamente hacia las aguas superficiales cercanas (Huang y otros, 2004; Botta y otros, 2009; Hanke, y otros, 2010). Estudios en Canadá que proporcionaron evidencia que el origen del AMPA tanto en aguas subterráneas como superficiales se vincularon a aplicaciones urbanas de Glifosato (Struger y otros, 2009). Así como trabajos que analizan la presencia en arroyos de Estados Unidos y en las aguas residuales o el alcantarillado pluvial (Kolpin y otros, 2006; Battaglin y otros, 2014), entre otros<sup>33</sup>. En relación a la presencia de plaguicidas específicamente en espacios urbanos, la información disponible en la literatura internacional sobre el impacto de estos contaminantes en dichos ambientes es muy limitado y fragmentario, en comparación con los números estudios que han evaluado su destino y efectos ecológicos en escenarios agrícolas (Md Meftaul y otros, 2019). Con respecto a estudios particularmente en suelos urbanos, es de destacar un trabajo publicado recientemente que evaluó la ocurrencia de residuos de plaguicidas en suelos brasileños a través de una revisión sistemática de los datos obtenidos de los registros oficiales de agencias gubernamentales y literatura científica. De los plaguicidas encontrados, el 58% resultaron ser insecticidas OCIs, siendo preocupantes las coocurrencias halladas (mezclas de más de 10 activos diferentes) y exhibiendo en general mayores concentraciones los suelos residenciales en relación a los agrícolas. Resaltan también la escasa información existente de contaminación por plaguicidas en suelos en general y la necesidad de analizar plaguicidas de uso actual (Fernandes LF y otros, 2020). En relación a la bibliografía nacional, es de relevancia la falta de publicaciones que analicen la presencia de plaguicidas en suelos de espacios urbanos. Esto lleva a reflexionar sobre la importancia del estudio específico de agrotóxicos en dichos ambientes, dada la mayor densidad poblacional que existen en las ciudades, y la amenaza potencial para la salud humana que esto representa (Wang y otros, 2009). En esta línea, resulta interesante mencionar el estudio realizado por Silva y otros (2018), los cuales realizaron una evaluación a gran escala de ocurrencia y concentraciones particularmente del Glifosato y AMPA, en las capas superficiales agrícolas de la UE. Evaluaron luego, las tasas de pérdida de suelo y las utilizaron para estimar la exportación potencial de Glifosato y AMPA por el viento y erosión hídrica. Las estimaciones derivaron de un modelo conceptualmente simple, que indica claramente que el transporte puede contribuir a la exposición ambiental y humana de los

---

<sup>33</sup> Existe actualmente un campo reciente y en crecimiento denominado “Epidemiología de la alcantarilla”, el cual evalúa la exposición de las poblaciones urbanas a contaminantes, entre ellos los plaguicidas, a través del análisis de los mismos en las aguas residuales, tal como lo realiza la Red Española de Análisis de Aguas Residuales con fines Epidemiológicos (ESAR).

residuos de herbicidas, a través del contacto dérmico, exposición por inhalación de partículas o ingestión de agua contaminada.

En relación a todo lo expuesto, la presencia e impactos de los plaguicidas en espacios urbanos en comparación con ambientes agrícolas, es una preocupación existente y creciente, ya que representa un riesgo potencial para la salud pública (Yu y otros, 2012). Esto exige también la formulación de nuevas políticas y marcos regulatorios sobre el uso de plaguicidas en las ciudades (Md Meftaul y otros, 2019). En este sentido, los resultados de plaguicidas en suelos de espacio públicos urbanos de la presente Tesis en conjunto con los datos generados en el marco del Proyecto de Extensión EMISA se utilizaron en la elaboración de trabajos científicos publicados en Congresos Científicos Nacionales (De Castro y otros, 2017; Mac Loughlin y otros, 2017b; Etchegoyen y otros, 2018), y dinamizaron una “Solicitud a concejales y legisladores, como propuesta para la prohibición del uso de Glifosato en espacios públicos”. Por otro lado, actualmente se está trabajando en la elaboración de una publicación científica, en la cual se profundizará el análisis aquí planteado dada la sensibilidad y relevancia nacional e internacional de la temática.

### **Material Particulado en aire: MPS**

Para finalizar con los resultados de las matrices ambientales muestreadas, a continuación, se presentan los del Material Particulado Sedimentable (MPS) comunes a todos los sitios de estudio. Los correspondientes al Material Particulado inhalable (MP<sub>10</sub>) y Cascarilla de maíz se describen en la Sección B por ser específicos de los escenarios de San Salvador y Monte Maíz respectivamente.

#### Parámetros generales: FMV

El cálculo del Flujo Másico Vertical (FMV) de los MPS recolectados solo fueron analizados en las muestras de San Salvador. Esto se debió, por un lado, a las factibilidades concretas de las determinaciones (en la mayoría de los casos de MM y VSJ los colectores estaban vacíos o con poco contenido de agua, por lo que se decidió reservar y utilizarla para las determinaciones de plaguicidas). Y por otro, a la relevancia de la problemática por contaminación atmosférica en SS, lo que llevó a priorizar y ampliar todas las determinaciones realizadas en el MP en aire. Por ser

específicos del escenario de conflicto de SS, los resultados de los parámetros generales del MPS se describirán en la SECCIÓN B, en el apartado dedicado a dicha localidad.

### *Detección de plaguicidas*

Previo a presentar los resultados de frecuencias y concentraciones de plaguicidas se mencionan algunas consideraciones sobre el método de muestreo a tener en cuenta. En este trabajo, como ya se expuso se utilizó el método convencional propuesto por la ASTM con el fin medir la carga de partículas desde el punto de vista físico y evaluar su capacidad para caracterizar la carga de plaguicidas en el MPS. El muestreo se realizó durante 30 días como indica la norma. Por su parte, en lo que respecta a la determinación específica de los plaguicidas, los resultados de recuperación luego de los 30 días de exposición, de los analitos marcados isotópicamente utilizados como estándares de depuración (Atrazina- $^5\text{D}$  y Glifosato- $^{13}\text{C}$ - $^{15}\text{N}$ ) resultaron muy variables y relativamente bajos (rango entre 5 y 57%); y, como ya se dijo en la Metodología, fueron utilizados para la corrección de la concentración final cuantificada en cada muestra. En relación a estos dispositivos, dado el uso frecuente de ellos se realizaron distintos ensayos en conjunto a otros tesisistas del grupo de trabajo a fin de evaluar distintas variables y/o condiciones que inciden en la variabilidad de los sistemas y en la recuperación de los plaguicidas adicionados. En los mismos se evaluaron variables como el tiempo de muestreo (5-10-15-30 días), el material del colector (PVC/vidrio), condiciones de luz/oscuridad, presencia/ausencia de  $\text{H}_2\text{O}$ , soporte sólido (partículas de suelo), presencia/ausencia de azida de sodio (agente antimicrobiano), y en dichos tratamientos se siguió el decaimiento de las concentraciones de los isótopos marcados como indicador de calidad. A pesar de no presentarse el detalle de dichos ensayos ya que no fueron objeto de la tesis, sino una participación de un grupo de trabajo, a partir de los resultados se infiere que, debido a la variabilidad y complejidad de variables ambientales que influyen en el comportamiento y dinámica ambiental de los plaguicidas, es fundamental el uso de trazadores isotópicos para poder aplicar en un sentido cuantitativo al método de monitoreo pasivo aquí utilizado. Por otro lado, se propone un tiempo de muestreo de entre 10 y 15 días para asegurar un equilibrio entre tiempo de muestreo adecuado y menor degradación de los compuestos. El herbicida Glifosato ha sido estudiado en aire por la agencia ambiental de Canadá mediante procesos de depositación y ha fijado, para ese compuesto, un tiempo óptimo de monitoreo entre 7 y 15 días en acuerdo con los resultados obtenidos en nuestro laboratorio (Humphries y otros, 2005). En la presente tesis se mantuvieron

los 30 días de exposición debido a que ya se habían iniciado las campañas de muestreo y a fin de lograr comparaciones temporales se optó por mantener ese diseño, lo que permitió también una comparación de los valores del FMV con la legislación vigente de calidad de aire (lo cual se discute en el apartado 5B.2b).

Al igual que para las muestras de las matrices ambientales ya presentadas, los plaguicidas analizados fueron variando entre los muestreos debido al acceso a equipamiento o por razones operativas en el laboratorio propias de cada situación. En la totalidad de los muestreos se determinaron Endosulfan ( $\alpha$  y  $\beta$ ), Clorpirifos, Cipermetrina, Lambdacialotrina, Epoxiconazol y Atrazina. Las particularidades de los plaguicidas analizados en cada muestreo se detallan en la [tabla 4.25](#). Por otro lado, y como se describió en la tabla 4.3, se tomaron 31 muestras de MPS durante la realización del presente estudio. Del total de muestras, las 3 correspondientes al primer muestreo de VSJ, no pudieron ser analizadas por pérdidas en la logística de traslado al laboratorio. A su vez, una muestra perteneciente a SS3 tampoco pudo ser analizada ya que el colector apareció volcado en el sitio de muestreo, lo que hace un total de 27 muestras de MPS para el análisis de plaguicidas.

#### *Frecuencias y Concentraciones ambientales*

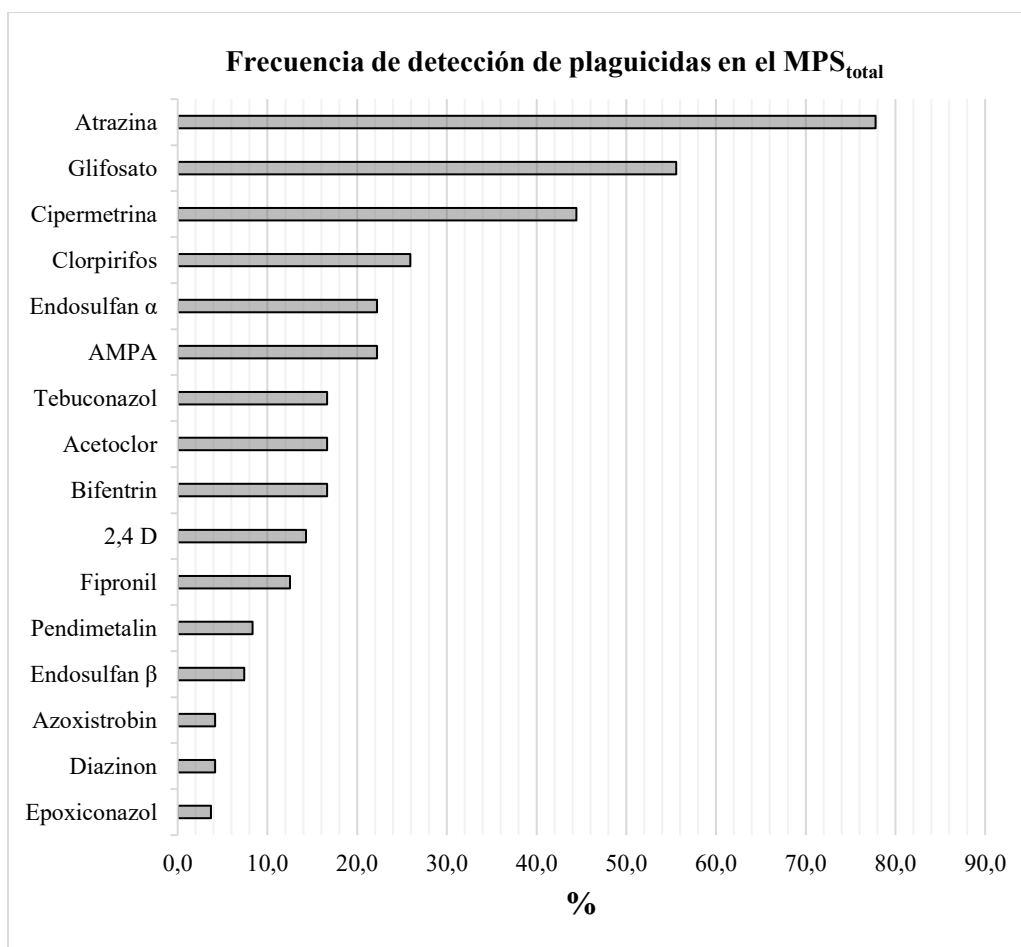
La información sobre los plaguicidas hallados en cada muestra de MPS<sub>total</sub> de todos los muestreos realizados en las tres localidades, se muestra en el [ANEXO G](#).

**Tabla 4.25.** Plaguicidas analizados en las muestras de MPS de cada muestreo realizado

Muestreos	Compuestos analizados		
	n	Plaguicidas	Instrumental utilizado
MM1	4	Atrazina; 2,4D; Glifosato; AMPA	HPLC-MS
	6	Endosulfan ( $\alpha$ y $\beta$ ); Clorpirifos, Cipermetrina; Lambdacialotrina; Epoxiconazol	CG- $\mu$ ECD
MM2	2	Atrazina; 2,4D	HPLC-MS
	34	Multiresiduo CG*	CG-MS
VSJ2 y VSJ3	35	Multiresiduo CG	CG-MS
SS1, SS2 y SS3	4	Atrazina; 2,4D; Glifosato; AMPA	HPLC-MS
	34	Multiresiduo CG*	CG- $\mu$ ECD

\*En el método Multiresiduo CG se analizan un total de 35 compuestos. La diferencia está dada por la Atrazina, que se analizó por HPLC-MS.

A pesar de las bajas recuperaciones sobre los estándares isotópicos, todos los MPS<sub>total</sub> analizados, presentaron al menos 1 plaguicida, siendo 7 la coocurrencia máxima, y detectándose en el 52% de las muestras entre 3 y 4 plaguicidas. En relación a los mismos, de los 10 analizados en las muestras MM1 fueron detectados 2 herbicidas y 2 insecticidas, lo que representa un 40% de los analitos estudiados. Luego, considerando el resto de los muestreos, en los cuales se analizaron entre 35 y 38 compuestos, se detectaron un total de 16 plaguicidas diferentes: 8 insecticidas, 4 herbicidas, 3 fungicidas y 1 metabolito ambiental. En la [figura 4.40](#) se presentan los resultados de las frecuencias de detección para los MPS<sub>total</sub> de todos los muestreos. Dicha figura condensa los resultados de los plaguicidas hallados en la totalidad de las muestras MPS<sub>total</sub> de los 8 muestreos realizados con el fin de realizar un análisis comparativo general de las frecuencias de detección. De los agrotóxicos presentes, el herbicida Atrazina exhibe el primer lugar con un 78% de ocurrencia, seguido del Glifosato, y los insecticidas Cipermetrina y Clorpirifos, todos plaguicidas de uso masivo característicos del paquete agrobiotecnológico actual y relevantes en las muestras de agua y suelo ya presentadas. Es de destacar las frecuencias del Endosulfan (22 y 7% para los isómeros  $\alpha$  y  $\beta$  respectivamente), el cual como ya se dijo desde el año 2013 se encuentra prohibido en la Argentina. El mismo fue detectado también en un estudio al sur de la Cuenca del Plata, cuyas concentraciones resultaron superiores a las reportadas para otros países de la región (Bilos y otros, 2012). Por su parte el metabolito ambiental AMPA exhibió una frecuencia del 22%, (comparativamente menor que lo hallado para su compuesto parental). Dentro de la familia de los fungicidas, Tebuconazol se detectó en el 17% de las muestras analizadas, seguido de Azoxistrobin y Epoxiconazol con frecuencias menores al 5%. Particularmente los plaguicidas Pendimetalin (8%) y Diazinon (4%), solo fueron hallados en esta matriz ambiental.



**Figura 4.40.** Frecuencia de detección (%) de los plaguicidas hallados en las muestras de MPS<sub>total</sub> de los 8 muestreos realizados

Tal como se describió anteriormente en referencia a las limitaciones en cuanto a la cuantificación de plaguicidas en esta matriz, vale destacar que las concentraciones reportadas aquí se dan en una condición de mínima respecto a la condición ambiental. Los 16 plaguicidas detectados se encontraron en el intervalo de 0,5 a 1452,9  $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{días}$  con un promedio de  $104,4 \pm 286,9$   $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{días}$  ( $n=86$ ). En la [tabla 4.26](#) se muestran las concentraciones por plaguicida, el número de determinaciones positivas ( $n_{\text{positivas}}$ ), la concentración media y mediana, los valores mínimos (MIN) y máximos (MÁX) y la desviación estándar (DE). Adicionalmente se presenta para cada plaguicida el número de muestras donde se detectó en mayor concentración, denominado como “ $n >$ ” y los resultados hallados de las diferencias significativas entre las medias (KW), (Prueba Kruskal Wallis,  $p < 0,001$ ). Los plaguicidas se listan en orden creciente del valor de la mediana. Del análisis de la tabla se desprende que el Glifosato/AMPA, el 2,4D y el Bifentrin son los plaguicidas con mayores



medias y medianas. El herbicida Atrazina, a pesar de haberse detectado en concentraciones comparativamente menores a estas últimas, es el analito que se detectó en mayores concentraciones en la mayor cantidad de muestras (22%).

**Tabla 4.26** Estadística descriptiva de las concentraciones halladas ( $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{días}$ ) por plaguicida en la totalidad de las muestras de  $\text{MPS}_{\text{total}}$

Plaguicidas	n <sub>positivas</sub>	Media	MÍN	MÁX	DE	Mediana	n >	KW
<i>Fipronil</i>	3	0,9	0,5	1,6	0,6	0,5	1	a
<i>Cipermetrina</i>	13	3,3	1,0	25,5	6,7	1,0	3	a
<i>Diazinon</i>	1	1,6	1,6	1,6	-	1,6	0	ab
<i>Acetoclor</i>	4	3,5	0,2	10,6	4,8	1,6	0	ab
<i>Azoxistrobin</i>	1	1,9	1,9	1,9	-	1,9	0	ab
<i>Tebuconazol</i>	4	3,2	0,5	6,8	2,9	2,8	1	ab
<i>Atrazina</i>	<b>21</b>	14,4	0,6	131,4	28,3	3,4	6	ab
<i>Pendimetalin</i>	2	4,8	0,4	9,1	6,2	4,8	0	ab
<i>Clorpirifos</i>	7	7,5	0,5	25,8	8,7	5,0	0	ab
<i>Endosulfan <math>\beta</math></i>	2	5,7	1,1	10,2	6,4	5,7	0	ab
<i>Epoxiconazol</i>	1	6,7	6,7	6,7	-	6,7	1	abc
<i>Endosulfan <math>\alpha</math></i>	6	34,6	1,5	157,8	61,3	7,9	1	ab
<i>2,4 D</i>	3	25,9	13,3	33,9	11,1	30,6	2	bc
<i>Glifosato</i>	10	169,5	20,0	399,4	126,7	156,3	2	bc
<i>Bifentrin</i>	4	348,7	97,3	647,2	230,8	325,1	3	bc
<i>AMPA</i>	4	1289,5	957,0	1452,9	228,3	1374,0	4	c

*n >: número de muestras que exhibieron el plaguicida listado en mayor concentración. Las letras (abc) ubicadas en la columna derecha (KW) dan cuenta de los resultados estadísticos (letras iguales indican que las medias no son distintas)*

Si se tiene en cuenta los resultados de la figura y tabla recién expuestos, se puede inferir que el Glifosato es el plaguicida cuali y cuantitativamente más importante ya que presentó altas frecuencias y concentraciones comparativamente con el resto de los analitos detectados. El herbicida Atrazina se considera también de relevancia en los MPS analizados, ya que fue el plaguicida más ocurrente en esta matriz y a su vez se detectó en mayores concentraciones en el 22% de las muestras. Particularmente Glifosato y Atrazina fueron los plaguicidas con los que se contó estándar marcado isotópicamente y por lo tanto son los mejor caracterizados desde el punto de vista cuantitativo en las muestras.

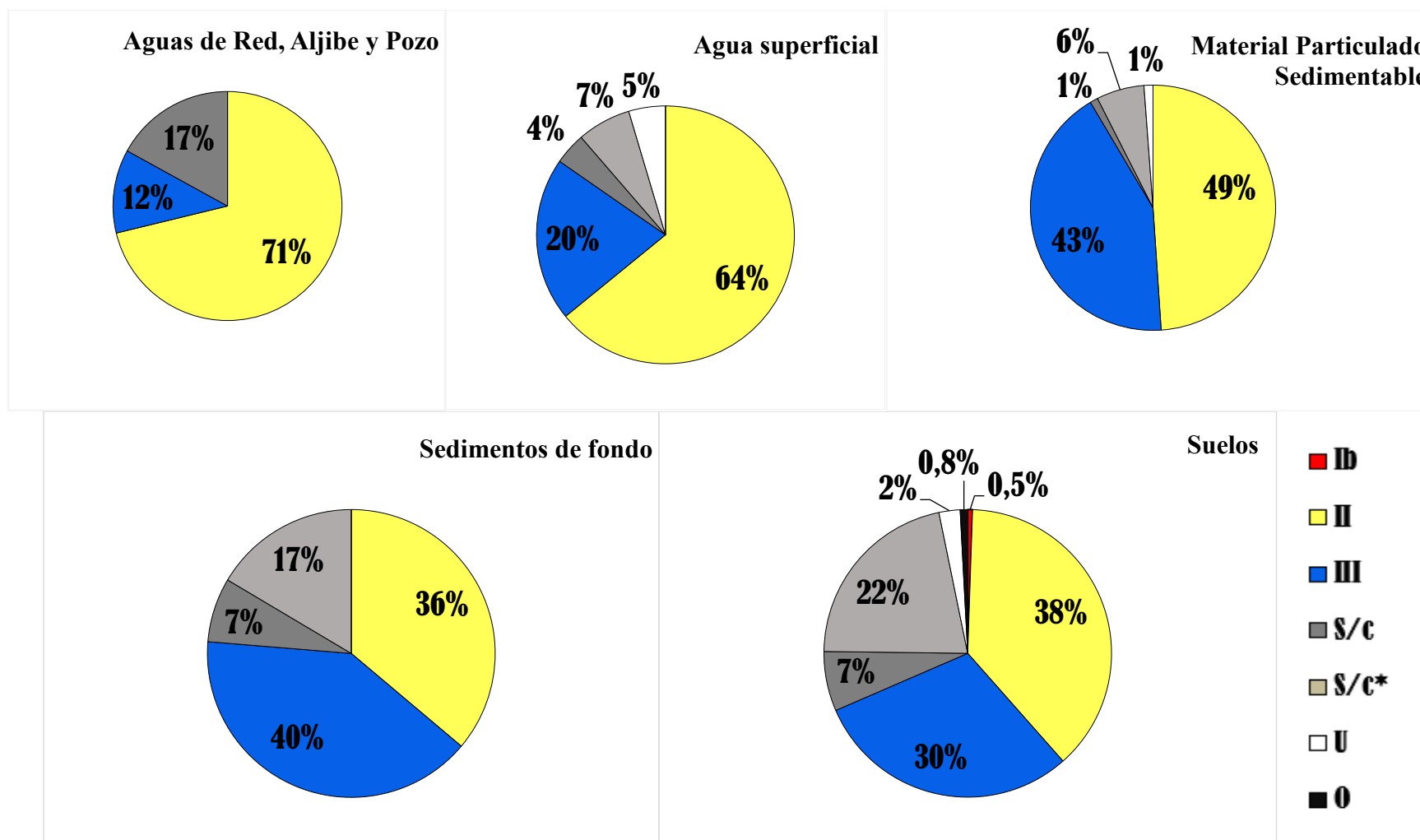
Las frecuencias y concentraciones señalan nuevamente la ubicuidad de los plaguicidas en los escenarios ambientales evaluados, y en función de los resultados del presente apartado, la ubicuidad específica en el compartimento atmósfera. Los plaguicidas pueden permanecer en la atmósfera, en la fase gaseosa (vapor), sorbidos a partículas o solubilizados en la fase acuosa dependiendo de sus propiedades fisicoquímicas y las condiciones ambientales; y luego, eliminarse de dicho compartimento a través de los procesos de deposición seca (sedimentación por gravedad) y/o húmeda (disolución y/o arrastre a través del agua de lluvia) (Waite y otros, 2005; Morshed y otros, 2011). En función de esto, la presencia de los plaguicidas en los colectores de MPS dan cuenta principalmente de dichos procesos de transporte y destino ambiental. En estudios previos donde se evaluaron niveles de herbicidas en agua de lluvia y en MPS en zonas con distinta influencia agrícola de la región Pampeana (Alonso y otros, 2014; 2018), Atrazina y Glifosato fueron detectados en el 100% de las muestras de MPS analizadas, mientras que los resultados de esta tesis fueron 56% para Glifosato y 22% para su metabolito. En relación a las concentraciones en las localidades allí evaluadas, los rangos para estos 3 analitos fueron de 2 a 7470  $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{días}$ , exhibiéndose niveles máximos para el Glifosato y AMPA más elevados que los medidos en MM, SS y VSJ, siendo las medianas comparativamente similares. En relación a estudios a nivel nacional publicados en la bibliografía, no se encontraron trabajos que evalúen la presencia del MPS como lo aquí realizado, observándose a su vez una vacancia de aquellos que reporten la presencia de plaguicidas en el material particulado producido por erosión eólica (Aparicio y otros, 2013; Ramírez Haberkon y otros, 2021), y siendo muy escasos como se dijo anteriormente, los que evalúan dichos contaminantes en agua de lluvia (Alonso y otros, 2018; Lupi y otros, 2019). Por otro lado, dada la relevancia que adquiere en el análisis del MPS, la ubicación geográfica y el contexto ambiental de los puntos de muestreo donde fue recogida cada muestra; y considerando que el método utilizado se adecúa mejor como herramienta cualitativa, la discusión detallada sobre la presencia de plaguicidas se realiza posteriormente en la Sección B en cada caso de estudio, haciendo énfasis en el análisis comparativo de los sitios muestreados intra localidades y su impacto asociado a las prácticas agrícolas de cada zona.

Los aspectos generales de los plaguicidas detectados, la presencia en agua de lluvia ya presentada anteriormente y las concentraciones de plaguicidas en el  $\text{MPS}_{\text{total}}$ , llevan a reflexionar sobre la complejidad de lo que esto implica. Se destaca el agua de lluvia como un aporte importante a la contaminación de aguas superficiales por el efecto de la escorrentía (que provoca el lavado de los

plaguicidas del suelo y su posterior ingreso a los cuerpos de agua), como por el aporte de deposición vía húmeda. En base a lo expuesto es de destacar a la atmósfera como un compartimento ambiental relevante en cuanto a contaminación y potencial exposición de plaguicidas, siendo en muchos de los casos, el primer sumidero de los mismos luego de su aplicación como lo expresa Alonso y otros (2014).

### **Perfil de plaguicidas de acuerdo a su clasificación toxicológica**

Teniendo en cuenta la clasificación de ingredientes activos de plaguicidas según los criterios de la OMS descrita en la Introducción del presente capítulo (WHO - IPCS, 2010), se procedió a realizar un análisis de la frecuencia de detección por compartimento ambiental de acuerdo a dichas categorías toxicológica, de manera de determinar el perfil de compuestos detectados en cada matriz de estudio ([figura 4.41](#)). En función de las categorías propuestas por la OMS se decidió separar aquellos analitos que aparecen como “Sin clasificación”, diferenciándose aquellos Ingredientes activos de uso actual que no presentan clasificación (S/c), de los metabolitos ambientales sin clasificación (S/c\*). Como puede observarse del análisis comparativo, el agua resultó ser la matriz con mayores porcentajes de plaguicidas de mayor toxicidad aguda, con porcentajes mayores al 60% en la Categoría II -Moderadamente peligroso. Esto resulta de preocupación debido al uso que se hace del recurso, particularmente las muestras de agua de red, pozo y aljibe que se destinan a consumo humano y la peligrosidad que esto representa para la biota acuática propia de los cuerpos de agua evaluados. El MPS presentó prácticamente en un 50:50 activos en la categoría II y III, detectándose también metabolitos ambientales (AMPA). Es de destacar que los mayores porcentajes de estos últimos se hallaron en los suelos y sedimentos, siendo particularmente esta matriz un gran reservorio de contaminantes ambientales. En relación al suelo, fue el que exhibió la mayor diversidad de clasificaciones toxicológicas, estando presente compuesto altamente peligrosos (Ib). Cabe aclarar que, de los 56 analitos estudiados, 2 pertenecen a la categoría Ib y ninguno a la Ia. La diversidad exhibida se condice con el uso directo de los plaguicidas, ya que son insumos químicos de aplicación directa a dicha matriz ambiental.



**Figura 4.41.** Frecuencia de detección (%) de plaguicidas por matriz ambiental de acuerdo a la clasificación toxicológica aguda de la OMS. *Ib: Altamente peligroso; II: Moderadamente peligroso; III: Ligeramente peligroso; S/c: Ingredientes activos de uso actual que no presentan clasificación; S/c\*: metabolitos ambientales sin clasificación; U: Según la OMS “Es poco probable que presente un peligro agudo en uso normal”. O: Ingredientes activos no incluidos en la clasificación por considerarse obsoletos o discontinuados en su uso como plaguicidas*

#### 4A.4 CONCLUSIONES SECCIÓN A

---

Teniendo en cuenta los objetivos específicos planteados para la sección A, se puede concluir que las **estrategias de muestreo y las metodologías de análisis químicos e instrumental**, permitieron determinar los niveles de concentración de plaguicidas en muestras de agua, suelos, sedimentos y material particulado en aire en las tres localidades de estudio. Los parámetros de calidad evaluados en las distintas metodologías, resultaron propias de herramientas versátiles y cuantitativas, permitiendo la detección y cuantificación de los 56 analitos químicos analizados en la diversidad de matrices ambientales. Por su parte, los parámetros de calidad Instrumental demostraron que los sistemas cromatográficos resultan ser una herramienta sensible y robusta, para la detección de contaminantes trazas, y, que la combinación de técnicas cromatográficas (GC/LC) resulta imprescindible para el análisis de los múltiples ingredientes activos utilizados actualmente en el agro argentino.

Se detectaron plaguicidas en el 70% de las muestras de **agua** analizadas, siendo los más frecuentes aquellos coincidentemente más utilizados en el país, y resultando más del 60% de los mismos “Moderadamente peligrosos” según la clasificación toxicológica de la OMS. Resultaron relevantes en esta matriz Atrazina, Epoxiconazol, y los Insecticidas Clorpirifos, Cipermetrina, Lambacialotrina y Endosulfan (este último actualmente prohibido en el territorio nacional). En el contexto de estudio, la contaminación de las muestras de **agua de red de distribución Municipal, pozo y aljibe**, resulta preocupante por su uso para consumo humano; destacándose la falta de límites regulatorios de los plaguicidas asociados al paquete agrotecnológico actual y limitando así la realización de un análisis completo de la calidad del recurso. Las muestras de **aguas superficiales** se destacaron por la mayor presencia y concentraciones de mezclas de plaguicidas, situación usual no solo en el país sino en el mundo; representando estos escenarios de contaminación por “cócteles químicos” una problemática compleja y de relevancia en la actualidad por los efectos aditivos y sinérgicos que pueden ocasionar y la peligrosidad que esto representa para la biota propia de los ecosistemas acuáticos. En cuanto a la presencia en el **material particulado sedimentable** de los escenarios evaluados, se destaca la ubicuidad de los plaguicidas, detectándose en el 100% de las muestras. En relación a ocurrencias y concentraciones, Glifosato, AMPA, Atrazina, 2,4D y Bifentrin resultaron los activos más importantes. En este sentido, es de destacar a la atmósfera como un compartimento ambiental relevante en cuanto a contaminación y

potencial exposición de plaguicidas, siendo en muchos de los casos, el primer sumidero de los mismos luego de su aplicación. Del total de los **suelos y sedimentos** analizados, en el 97% se detectaron plaguicidas, identificándose la presencia de mezclas de dichas sustancias como “*regla y no como excepción*”. El suelo fue el que exhibió la mayor cantidad de activos y coocurrencias, así como diversidad en cuanto a clasificaciones toxicológicas, resultado que se condice con el uso de los plaguicidas, insumos químicos de aplicación directa a dicha matriz ambiental. El aporte atmosférico y la escorrentía como principal fuente de contaminación difusa de plaguicidas en los cuerpos de agua superficial, se tradujo en que los sedimentos constituyan un sumidero importante para estos compuestos hallándose concentraciones comparables a las detectadas en los suelos. En cuanto a los plaguicidas relevantes en estas matrices, se destacaron los Herbicidas Glifosato y su metabolito ambiental AMPA, Atrazina y 2,4D, los Insecticidas Cipermetrina, Clorpirifos e Imidacloprid y en menor medida el Fungicida Epoxiconazol. De dichos compuestos, Glifosato y AMPA exhibieron las mayores concentraciones, presentaron los niveles más altos en el 75% de las muestras y representaron en promedio el 72% de la carga másica total de todos los suelos y sedimentos analizados. Esto lleva a concluir que, bajo las prácticas actuales, los mismos deben considerarse como contaminantes pseudo persistentes, y a su vez excelentes trazadores químicos específicos del modelo agroproductivo dominante del país. Por otro lado, y en cuanto a los usos del suelo los resultados alertan sobre el nivel de contaminación por plaguicidas en los **suelos de uso urbano** (como plazas, calles, baldíos y veredas lindantes a galpones de venta y distribución de agrotóxicos ubicados dentro de las ciudades) en comparación con los **suelos mixtos** y especialmente con los **suelos rurales**. La presencia ubicua particularmente de Glifosato y en mayor medida de AMPA, los niveles detectados, y el análisis de los aportes másicos de ambos analitos en los suelos de espacios públicos urbanos, llevan a inferir la existencia de fronteras permeables al paso de insumos agrícolas entre el campo y la ciudad. Los plaguicidas están siendo movilizados hacia el interior de los pueblos, lo cual responde a diversos factores que evidencian la complejidad de los escenarios aquí evaluados propios de los pueblos fumigados (la contaminación por la propia dinámica ambiental de los plaguicidas aplicados en los campos agrícolas lindantes, las ciudades inmersas en el sistema productivo, que se convirtieron en lugares de tránsito de estos insumos químicos, y el uso directo de plaguicidas en espacios públicos urbanos). Dicha problemática se da en el marco de un proceso de “naturalización” del uso de estos productos, lo que ha contribuido a que sean utilizados en múltiples espacios rurales y urbanos, tanto productivos, como no

productivos, sin tomar una real dimensión del carácter tóxico del producto y de los problemas derivados de su uso. Los hallazgos aquí presentados dan cuenta de un escenario de gran preocupación y sensibilidad. Problemática existente y creciente en los diversos pueblos de la Argentina que representa un riesgo potencial para la salud pública; la cual demanda con premura la formulación de nuevas políticas y marcos regulatorios sobre el uso de plaguicidas tanto en las ciudades como en las zonas agrícolas del país.

Todos los resultados desarrollados en la presente Sección, contribuyen a la literatura nacional e internacional que demuestra que los plaguicidas pueden transportarse a fuentes de agua potable, subterránea y de lluvia, a cuerpos de agua superficial y sedimentos de fondo, así como a los suelos y material particulado en aire de zonas urbanas y rurales donde hay un uso intensivo de esta clase de contaminantes químicos.

*... Y que mis venas no terminan en mí  
sino en la sangre unánime  
de los que luchan por la vida ...*

Roque Dalton

## *Sección B*



## Capítulo 5B. Conflictos socioambientales derivados del uso de plaguicidas: estudio de casos en Argentina

El **Capítulo 5B** tiene como objetivo presentar cada caso de estudio evaluado, desde la perspectiva particular del conflicto socioambiental y el abordaje integral y participativo del mismo. Y al final analizar comparativamente las 3 localidades con eje en el escenario de contaminación por agrotóxicos.

La estructura completa del presente capítulo se muestra a continuación.

5B1. INTRODUCCIÓN.....	155
<i>El monitoreo ambiental en el marco del Conflicto Socioambiental (CS)</i> .....	155
<i>Salud: Salud Colectiva</i> .....	156
5B.2 CAMPAMENTOS SOCIOAMBIENTALES .....	159
5B2 <sub>A</sub> . CASO MONTE MAÍZ, CÓRDOBA.....	160
Antecedentes, inicio del conflicto y demanda social .....	160
Campamento Sanitario: evaluación de la Salud Colectiva Socioambiental.....	161
<i>Abordaje integral: actividades realizadas</i> .....	163
Análisis del entorno ambiental.....	164
Censo epidemiológico.....	165
Muestreos ambientales .....	166
Cronología del conflicto.....	180
5B2 <sub>B</sub> . CASO SAN SALVADOR, ENTRE RÍOS .....	185
Antecedentes, inicio del conflicto y demanda social .....	185
Relevamiento epidemiológico y ambiental: evaluación de la Salud Colectiva Socioambiental.	186
<i>Abordaje integral: actividades realizadas</i> .....	187
Censo epidemiológico.....	187
Muestreos ambientales .....	190
Cronología del conflicto.....	209
5B.3 CASO VILLA SAN JOSÉ, SANTA FÉ: abordaje desde la transición agroecológica.....	214
Antecedentes, inicio del conflicto y demanda social .....	214
Transformaciones en los Bordes Urbano-Rurales (BUR): Trabajo colectivo.....	214
<i>Abordaje integral: actividades realizadas</i> .....	215

Experiencia de innovación con Productores agropecuarios .....	216
Relevamiento cualitativo de opinión de los actores sociales.....	217
Muestreos ambientales .....	218
Cronología del conflicto .....	226
5B.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE PLAGUICIDAS ENTRE LOS 3 ESCENARIOS.....	228

## 5B1. INTRODUCCIÓN

---

### *El monitoreo ambiental en el marco del Conflicto Socioambiental (CS)*

Las transformaciones de la agricultura pampeana de los últimos años enunciadas anteriormente, se constituyen en uno de los factores que propiciaron una nueva conflictividad en la articulación del sector productivo con la vida cotidiana de las comunidades (Seehaus y otros, 2019). Ante esta situación, distintos actores intervienen activamente organizándose, expresando sus intereses y desplegando diversas estrategias de lucha (Ferrer y Cabrini, 2018). Las mismas van desde la vía legal mediante audiencias públicas, modificaciones de leyes, recursos de amparo, apelaciones al principio precautorio, junta de firmas y petitorios, hasta el despliegue de acciones directas: denuncias públicas, escraches, movilizaciones, acampes, asambleas, encuentros. Dichas acciones, son modos diferentes de manifestar y denunciar la problemática y colocarla en la escena pública, buscando interpelar en primera medida al estado (nacional, provincial y principalmente municipal) y en segundo lugar al sector agrícola y empresarial pretendiendo así, la visibilización del reclamo en busca de soluciones (Elorza y otros, 2015). En el país, al igual que ocurre en muchas otras regiones del mundo, dichos conflictos siguen representando una problemática compleja, donde, desde la perspectiva legislativa la inexistencia de una Ley Nacional de Agroquímicos complica aún más la situación (Ferrer y Cabrini, 2018). Dentro de las múltiples acciones y estrategias recién descriptas, en varias localidades se empezaron a debatir las normativas que fijan las limitaciones para las fumigaciones en sus pueblos. Algunos de estos debates se lograron canalizar en los concejos municipales creándose ordenanzas (o luchando aún para que se creen) que regulan la utilización de los agrotóxicos principalmente en la zona periurbana o denominada también borde urbano rural (BUR), por ser una zona de amortiguación de los procesos que impactan desde la ruralidad (fumigaciones, áreas de acopio) (Aranguren y Martínez, 2015). En estos espacios conviven tensiones y diferentes intenciones, por lo que son lugares de decisión política, concebidos así, como espacios de transformación (Pérez y otros, 2015). En este sentido, y desde el punto de vista regulatorio, se empieza a evidenciar la falta de estudios sobre el impacto de plaguicidas en las zonas urbanas y periurbanas, encontrándose información muy limitada y fragmentaria (Md Meftaul y otros, 2019). Ferrer y Cabrini (2018), quienes evaluaron los conflictos en torno al uso de agroquímicos en el área periurbana de localidades de la provincia de Buenos Aires, consideran que los estudios científicos vinculados a mediciones ambientales son necesarios para las soluciones

parciales de dichos conflictos. Por último, existe evidencia sobre la mayor exposición a los plaguicidas en los residentes que viven cerca de los campos agrícolas en comparación con la población general, pero muy pocos estudios han examinado las relaciones entre la exposición y los impactos en la salud, identificándose como una de las grandes limitaciones frente a esto, la falta de monitoreos ambientales sobre deriva de plaguicidas en entornos urbanos (Wong y otros, 2017).

Es en este contexto que se concibe al monitoreo ambiental como una *herramienta de intervención* en los territorios, entendida como un proceso intencional de cambio tendiente al desarrollo de recursos de la población (Souza Casadinho, 2013). Es además una herramienta fundamental para la evaluación de la exposición ambiental a plaguicidas<sup>34</sup> (Ramos García, 2004) en el marco de los procesos regulatorios que empezaron a aflorar en múltiples localidades del país.

### Salud: Salud Colectiva

Teniendo en cuenta (como se desarrollará posteriormente), que en dos de las localidades estudiadas se llevaron a cabo Campamentos socioambientales como estrategia multidisciplinaria de evaluación y diagnóstico de la salud colectiva socioambiental; se incluye el marco teórico vinculado al concepto de salud al cual se adhiere en el trabajo. El mismo, de manera análoga al de ambiente, fue cambiando a lo largo del tiempo.

Durante muchos años el enfoque de salud estuvo ligada a la concepción biomédica, que reduce la misma a los procesos individuales y biológicos, y más aún, a la curación o asistencia frente a las enfermedades en personas (Breilh, 2004 y 2010). En los últimos años se han ido superando dichos esquemas convencionales en las concepciones y prácticas de la salud al incorporar la categoría ambiente en la génesis de los problemas sanitarios, esto es, considerar al ambiente como un determinante de la salud humana, surgiendo así la noción de salud ambiental (OPS, 2010). A pesar de que el origen de la salud ambiental se considera muy antiguos, un punto clave del surgimiento del campo se remite a los “despertares industriales” y a los movimientos poblacionales de los pueblos a las ciudades. Se puede decir que la salud ambiental inició en el siglo XVIII con dos grandes revoluciones: la agrícola y la industrial. Un siglo después a partir del deterioro acelerado del ambiente y los cambios en los espacios laborales, se desencadenaron una serie de riesgos sanitarios nuevos, lo que llevaron vincular las malas condiciones ambientales y laborales con la

---

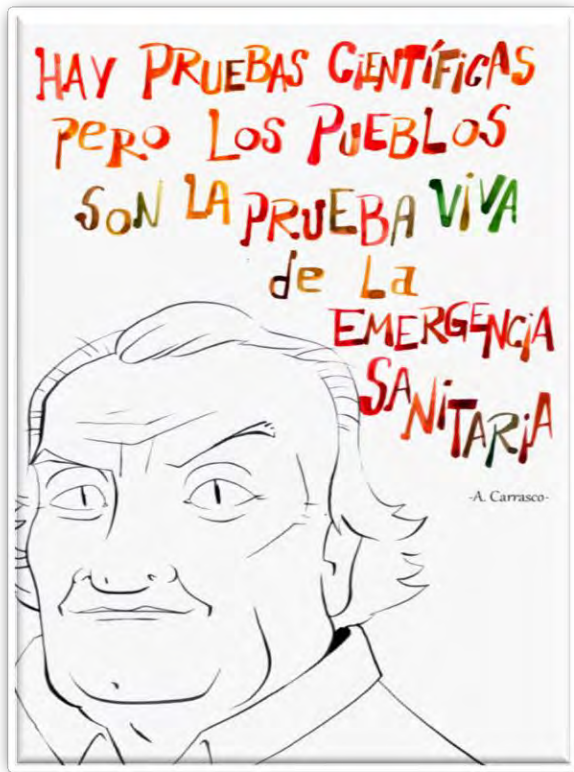
<sup>34</sup> En el contexto de conflictividad socioambiental es necesario reconocer las **exposiciones** a contaminantes ambientales como **imposiciones** según lo expuesto por la doctora en Salud Colectiva María Fernanda Solíz

salud. Durante este período prevaleció una concepción de salud como ausencia de enfermedad, y esta última como el resultado de microorganismos que debían tratarse con medicamentos. Ya durante el siglo XX, en una sociedad más urbanizada, los riesgos sanitarios dejaron de ser sólo microbiológicos para incorporar los toxicológicos asociados a productos y residuos industriales y a la contaminación del aire. Uno de los eventos trágicos que marcó este período fue la “niebla asesina” de Londres en 1952. A partir de la década de los setenta, el campo de la salud ambiental, sufrió una expansión considerable, identificándose efectos en la salud por exposición crónica a diversos contaminantes que antes no eran considerado riesgosos, o inclusive, que eran considerados de uso benéfico, pero cuyos efectos de exposición a través de los años generaban daños a la salud. Un claro ejemplo fueron los efectos de los plaguicidas, descritos en 1962 por Rachel Carson. Otro de los aportes más importantes sobre la visión de la salud ambiental en este período es la propuesta por René Jules Doubs, quien propone que cualquier ser vivo sólo podría entenderse en el contexto de las interacciones que mantiene con todo lo demás, ofreciendo una visión más global de la salud (Ramos y otros, 2015). Es durante esta segunda mitad del siglo XX donde comenzó a renovarse la forma de estudiar los procesos de salud-enfermedad atención, resurgiendo el concepto de medicina social que había comenzado un siglo atrás en Europa, e instalándose con mayor énfasis en Latinoamérica en 1960 y 1970 como una corriente contrahegemónica, opuesta a la medicina de mercado individualista, liberal y capitalista; siendo Juan César García uno de los articuladores argentinos de este movimiento. Dicho movimiento buscó incorporar a los factores sociales tanto en el diagnóstico como en el manejo de la enfermedad, considerando que el Estado debía intervenir activamente en la solución de los problemas de salud (Galeano y otros, 2011), en coincidencia con lo planteado desde el enfoque de salud pública. La medicina social, sostiene a su vez que la promoción de la salud no es la difusión de hábitos higiénicos sino la disponibilidad de condiciones de vida que promuevan la salud, es decir, que existe una determinación social en el proceso salud-enfermedad (Betancourt y otros 2016). Ya en el actual siglo XXI, la concepción de salud ambiental incorpora una idea de salud asociada con el estado de bienestar general de un individuo, el cual se relaciona con factores físicos, químicos, biológicos, sociales y psicosociales (Ramos y otros, 2015). Esto conduce a introducir el nuevo enfoque denominado “salud colectiva”, el cual propone también integrar y comprender que los procesos de salud y las desigualdades en salud son socialmente determinados; pero a diferencia de los enfoques planteados hasta el momento cuestiona la imposibilidad de describir un sujeto social a través del concepto individual existente (Breilh, 2010).

Se considera que el estado individual de salud, es una construcción compleja y multidimensional (Breilh, 2004), ya no entendida como la ausencia de enfermedad y menos aún aislada de las personas, de sus territorios, de su inserción social, ecológica, cultural, de género y generacional (Solíz Torres y otros, 2018). El objeto real de la salud colectiva *“abarca los fenómenos que se producen, observan y afrontan en la dimensión social; entendiendo que los procesos económicos, políticos y culturales de una sociedad determinan los modos de vivir de los grupos particulares, los cuales a su vez encarnan patrones típicos de exposición y vulnerabilidad de dichas clases sociales, al igual que las fortalezas y protecciones de las que disfrutan. Es decir, los procesos más complejos subsumen o condicionan el devenir de los procesos más simples al determinar la generación de la salud”* (Breihl, 2004). Por su parte, Asa Cristina Laurell (1982) afirma que el mejor modo de visualizar empíricamente la dimensión sociohistórica de la enfermedad no está dado por cómo se manifiesta en los individuos, sino en los procesos que acontecen en las colectividades humanas. Es así, que la relación entonces, entre la ubicación en el sistema de producción, el acceso a determinados bienes y servicios y los modos en que se transforma la naturaleza condicionan la salud comunitaria, configurándose de esta manera, los perfiles epidemiológicos de las poblaciones.

Este modo de entender la salud estableció con mayor precisión el nexo entre el modelo productivo que se desarrolla en un territorio y los procesos de salud-enfermedad de las personas que en él habitan (Abbate y otros, 2017). Frente a esto, y como una aproximación al monitoreo comunitario participativo propuesto por la corriente de salud colectiva (Solíz Torres y otros, 2018), para el caso particular de los CS vinculados al agronegocio resulta ineludible y urgente incorporar al análisis, la creciente contaminación por agrotóxicos y sus impactos asociados (Carrasco y otros 2012). Buscando integrar nuevos criterios y realizar un abordaje más complejo de la problemática de salud en los pueblos fumigados, en pos de revertir las situaciones de inequidad que el contexto histórico-social les plantea (Cerdeña y Chapela, 2010). Para finalizar, es importante remarcar la relevancia que cobra la concepción de derechos en los escenarios aquí estudiados, ya que los grupos de poblaciones se encuentran sometidos a riesgos epidemiológicos y ambientales y expuestos a condiciones que limitan significativamente su calidad de vida. Esta situación requiere por tanto de la creación de nuevos conocimientos en conjunto con los protagonistas directos, en un proceso participativo en el que se favorezca la toma de decisiones (Abbate y otros, 2017).

## 5B.2 CAMPAMENTOS SOCIOAMBIENTALES



*Ilustración realizada por Gabriel Keppl durante la “Marcha Plurinacional de los Barbijos”, en el Día Internacional del Ambiente, 5 de junio de 2019 - Rosario (Argentina)*

El marco teórico planteado tanto al inicio de la presente Tesis como en el apartado anterior, da lugar a las estrategias utilizadas en las localidades en conflicto. Durante el desarrollo de la misma, en dos de los sitios estudiados se participaron de instancias de **evaluación y diagnóstico integral de la salud colectiva socioambiental**, denominadas de manera general como “*Campamentos Sanitarios o Socioambientales*” (CampS). Los mismos surgen como una plataforma integral donde convergen áreas disciplinarias como medicina, ambiente y geografía, con el objetivo de realizar un diagnóstico de la situación sanitaria ambiental de localidades afectadas por prácticas relacionadas con el modelo agroproductivo imperante (Percudani y otros, 2016). Esta estrategia se llevó cabo en articulación con las Universidad Públicas Nacionales, Colectivo de vecinos organizados de las localidades afectadas y sus respectivos Municipios.

## **5B2A. CASO MONTE MAÍZ, CÓRDOBA**

### **Antecedentes, inicio del conflicto y demanda social**

En la provincia de Córdoba, y de acuerdo a un estudio realizado por el Observatorio de Conflictos Socioambientales (OCSA) de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba (el cual, entre otras acciones realiza un mapeo de la conflictividad socioambiental de la región), el mayor número de conflictos entre los años 2012-2014 se vincularon en primer lugar con las actividades agrícolas evidenciándose la existencia de una homogeneidad en las causas de todos los conflictos: la demanda y denuncia sobre los depósitos, regulación y aplicación de agroquímicos en zonas urbanas, rurales o periurbanas (OCSA, 2014). Es Córdoba a su vez, la provincia a la vanguardia en la lucha contra el agronegocio. En el año 2002 fue la primera en oponerse al uso de agrotóxicos, siendo las madres del barrio Ituzaingó Anexo del conurbano de Córdoba capital, las pioneras en encabezar esta lucha. Este hecho sumado a la existencia de un fuerte movimiento ambientalista (en sus inicios, en contra de la actividad minera) fueron el motor del surgimiento de múltiples colectivos de resistencia al modelo agrícola imperante. En lo que respecta a la normativa, desde junio del año 2004 rige en la provincia la Ley 9.164 de Productos Químicos o Biológicos de uso Agropecuario, que regula, toda aquella operación que implique el manejo de agroquímicos en el territorio cordobés. En la última década se fueron sumando municipios y comunas que aplicaron dicha normativa a través de la aprobación de ordenanzas municipales, muchas de las cuales impusieron mayores restricciones a la ley provincial (Maccio, 2014). La localidad cordobesa de Monte Maíz no escapó a este escenario de conflictividad. En el año 2006 se consolidó la Red de Prevención de Monte Maíz ([figura 5.1](#)), conformada por vecinos preocupados por el aumento de enfermedades y su potencial vínculo con el uso de agroquímicos en la zona. En el año 2007, la comunidad realizó un censo de salud acompañada por una profesional médica. A pesar de que no se logró concluir dicho censo (por la falta de respuesta de la médica que acompañó el proceso), en el mismo se verificaron altos índices de enfermedades como lupus, cáncer de piel y pulmón (Méndez, 2015a). El censo realizado sentó un primer precedente en el pueblo, que luego de 7 años de lucha y a raíz de la solicitud realizada por la propia Red y en acompañamiento con autoridades del Municipio de Monte Maíz, en octubre del 2014 se logró que se llevara a cabo la “Evaluación de la Salud Colectiva Socioambiental” del pueblo.



## Campamento Sanitario: evaluación de la Salud Colectiva Socioambiental

Entre la semana del 14 al 18 de octubre del 2014, se llevó a cabo en la localidad de Monte Maíz el Campamento sanitario con el objetivo de construir un diagnóstico del estado de salud colectiva ambiental del pueblo. El mismo se realizó a partir de la Cátedra de Clínica Pediátrica de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNC, en el marco de una actividad de Extensión Universitaria aprobada por el Consejo Académico de la respectiva Institución. Fue aprobado también por el Consejo Académico del Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la UNC y de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP. Contó a su vez con el apoyo del Programa SUMA 400 del Rectorado de la UNC y del Municipio de Monte Maíz quienes posibilitaron la concreción del Campamento sanitario asumiendo los costos de traslado y estadía.



**Figura 5.1.** Imágenes de las personas que conforman la Red de Prevención de MM

Dicho Campamento se llevó a cabo a través de un proceso programado de recolección de datos, para el cual se conformó un equipo de 70 personas integrado por la Red de vecinos de MM, el Municipio, y profesionales y estudiantes de la UNC y UNLP. En la [figura 5.2](#) se muestra el equipo de personas que llevaron a cabo el CampS así como aquellas que participaron del segundo muestreo realizado en la localidad (el cual se detallará más adelante).

El estudio consistió en:

1. El análisis del entorno socioambiental, realizado por Geógrafos y estudiantes de dicha Licenciatura de la UNC y coordinado por la Lic. Lucía Aichino.

2. Un censo epidemiológico, llevado a cabo por estudiantes de medicina y médicos de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNC y de la Red de Médicos de pueblos fumigados; actividad coordinada por los Doctores Medardo Ávila Vázquez y Eduardo Maturano.

3. El estudio de niveles de concentración de plaguicidas en muestras ambientales llevado a cabo en el marco de la presente tesis en coordinación con el Espacio Multidisciplinario de Interacción Socioambiental de la UNLP.

4. Talleres en escuelas para concientizar y sensibilizar acerca de la problemática de la utilización de agrotóxicos y de las consecuencias del modelo agroproductivo.



**Figura 5.2.** Fotos representativas del equipo de trabajo conformado en MM

En la [figura 5.3](#) se muestra una imagen representativa de cada actividad recién enumerada. Se recomienda ver el audiovisual “[MM 4 minutos](#)” (REDUAS, 2014) el cual documenta de manera sintética las actividades realizadas en el CampS así como imágenes de la localidad, lo que brindará una mejor inmersión en el caso de estudio.



**Figura 5.3.** Imágenes representativas de las actividades del CampS de MM. Mapeo colectivo, herramienta utilizada en análisis del entorno socioambiental (*arriba a la izquierda*). Censo epidemiológico (*arriba a la derecha*). Muestreo ambiental y Talleres en escuelas (*abajo derecha e izquierda respectivamente*)

#### Abordaje integral: actividades realizadas

A continuación, se describe de manera sintética la metodología y resultados relevantes vinculados con el análisis del entorno socioambiental y el censo epidemiológico, y con mayor detalle lo que respecta a los muestreos de plaguicidas ya que fue la actividad directamente realizada en el marco del presente trabajo. El informe completo del Campamento se encuentra online y disponible en la página de la Red Universitaria de Ambiente y Salud<sup>35</sup>.

<sup>35</sup> <http://reduas.com.ar/evaluacion-de-la-salud-colectiva-socio-ambiental-de-monte-maiz/>

### *Análisis del entorno ambiental*

En primera medida en el territorio se realizó una identificación de basureros, antenas, fábricas, acopios de granos, depósito de agroquímicos y recorridos de máquinas de aplicación de plaguicidas. Además, fueron entrevistados gerentes de empresas, autoridades, docentes, funcionarios de ambiente municipal y se realizó un mapeo colectivo con los vecinos de la localidad. Con base a esta información se generaron mapas de detección y geo-referenciación de fuentes de contaminación sobre el ambiente utilizando el programa Quantum GIS 2.4.

▪ De dicho análisis, y en cuanto a los servicios municipales, el pueblo posee un sistema cloacal constituido por una Planta de tratamiento y una red colectora domiciliaria que alcanza a todas las viviendas; una red de gas domiciliario (natural) de cobertura universal que también provee a las industrias. La basura domiciliaria es recogida por un servicio municipal y existe una planta de procesamiento de Residuos Sólidos Urbanos ubicada al norte-noreste a 800 metros del límite del pueblo, con muy poco procesamiento y mucha basura que queda acumulada en forma de basural a cielo abierto. La población recibe agua potable proveniente de un sistema que se aprovisiona del Río Ctlamochita. En cuanto a los servicios de salud, Monte Maíz cuenta con un Hospital Municipal (“Dr. José M. Minella”) con un nivel de complejidad medio. En relación a la problemática del agro, del análisis se desprende que la actividad económica principal es el cultivo de granos y cereales con una industria metalmecánica que la complementa, con presencia de empresas cerealeras y grandes acopios de granos en la zona central del pueblo los cuales desprenden cascarillas de los mismos. La cercanía a los campos cultivados es otra cuestión a destacar, en la mayoría los límites están establecidos por solo una calle o un alambrado que separan los cultivos de las viviendas. Se lograron identificar hacia el Norte y Este parcelarios con cultivo de soja y maíz transgénicos, en el Sur-oeste se detecta la presencia de dos establecimientos de cría de ganado tipo feedlot y en el Oeste una zona inundable y de lagunas, el parque ecológico con las plantas de tratamiento cloacal y parcelas agrarias. En el interior del radio urbano se detectaron 22 galpones donde se depositan agroquímicos y maquinas agrícolas, y hangares de pulverizadores, que generan una ruta de entrada y salida cotidiana de estos equipos haciendo recorridos claramente reconocibles por los vecinos. Por último, se identificó que el mantenimiento y cuidado de los parques, jardines, aéreas de esparcimiento municipales y privadas se realiza utilizando herbicidas del tipo glifosato, lo que muestra una naturalización del uso frecuente, generalizado y desaprensivo de estos contaminantes.

### *Censo epidemiológico*

El diseño del relevamiento epidemiológico se efectuó tomando en cuenta los radios censales del censo 2010, el cual permitió diagramar el “barrido” del pueblo y conformar 9 sectores diferenciados con un componente poblacional equilibrado. La obtención de los datos individuales se logró mediante encuestas domiciliarias con entrevistas estructuradas realizadas a un informante por grupo familiar o de convivientes en una misma vivienda, quien, previo consentimiento informado, aportó información de todos los habitantes del hogar sobre enfermedades respiratorias de tipo obstructivo recidivantes y/o alérgicas, diabetes tipo II, hipotiroidismo, colagenopatías, cáncer, abortos espontáneos y malformaciones congénitas. Junto a los datos de interés médico se coleccionó información necesaria para conformar un perfil social y demográfico de la población. Paralelamente se realizaron entrevistas a profesionales de la salud del lugar (director del hospital, oncólogo local, bioquímico, etc.), y se accedió a los registros del municipio y de las empresas fúnebres locales.

▪ El relevamiento logró recabar información del 62% de la población, la cual presentó un alto nivel de escolaridad, baja desocupación y buena cobertura social. Se destacaron dos conjuntos de familias, uno vinculada a las industrias metalúrgicas del lugar (24% de la población analizada) y otro a la actividad agrícola (18,4%). Los datos médicos destacan que los problemas respiratorios obstructivos recidivantes se encuentran muy aumentados: 39% contra 22% respecto a la Ciudad de Córdoba, y la distribución espacial refiere una concentración en la zona sur. El hipotiroidismo mostró una presencia que supera casi por el doble a la considerada normal. Artritis reumatoide y lupus se mostraron también aumentadas por dos veces en relación a la frecuencia esperable, el lupus eritematoso sistémico se presentó en una relación de 1 caso cada 516 vecinos cuando los últimos datos mundiales refieren 1 enfermo cada 1123 habitantes. Por su parte, la Diabetes tipo II mostró una prevalencia similar a la de referencia (6%). Los abortos espontáneos superaron en más de tres veces la prevalencia esperada (9,98% en Monte Maíz vs 3% en Argentina), y las malformaciones congénitas fueron un 72% superior a la tasa nacional, aunque se estima que esta cifra sería muy superior ya que sólo se indagó la presencia de malformaciones en personas vivas, es decir, no se recogió información sobre los fallecidos a consecuencia de las mismas. En relación al cáncer se confirmó la sospecha de los médicos locales y vecinos: los casos nuevos por año son tres veces más frecuentes. Para Monte Maíz se estima entre 11 y 13 casos nuevos de cáncer por



año, pero en 2014 se detectaron 35 casos. La prevalencia de cáncer a 5 años en Monte Maíz presenta una tasa 2,4 veces más elevada. Con respecto a la edad de los afectados, se pudo documentar que se enferman de cáncer personas más jóvenes que en toda Córdoba, lo que también descartaría que el pueblo tuviera más casos por razones estructurales. En materia de mortalidad, el cáncer es la primera causa de muerte. Complementariamente los análisis de correlación demostraron que las personas vinculadas a tareas agrarias tienen una probabilidad de enfermar tres veces mayor a lo que no tienen esa actividad.

Por lo expuesto, se evidencia una exaltación de múltiples enfermedades, superando las frecuencias conocidas en poblaciones de referencia.

#### *Muestreos ambientales (objetivo de la tesis)*

El primer muestreo se llevó a cabo en el marco del CampS entre el 18 y 19 de octubre del 2014 y se muestrearon 11 sitios a lo largo de la ciudad y en la periferia cercana. El segundo monitoreo se realizó los días 10 y 11 de agosto del 2015, en el cual se agregaron 4 sitios de muestreo, sumando un total de 15 puntos. Ambos muestreos abarcaron distintas estaciones del año (primavera e invierno) para evaluar posibles diferencias entre las mismas y tener un panorama más completo y una mejor caracterización de la zona de estudio. Considerando MM1 y MM2, se tomaron en total 13 muestras de agua (de red de distribución Municipal, aljibe, pozo y superficial), 11 de suelo (de uso rural y urbano), 3 de sedimentos, 2 de cascarilla de maíz y 6 MPS. En la [figura 5.4](#) se muestra la totalidad de los sitios muestreados, las matrices que se tomaron en cada punto de muestreo y la localización geográfica de los mismos. Dicha figura se realizó sobre el mapa del entorno ambiental de la localidad elaborado por el equipo de geografía de la UNC en el marco del CampS, de manera de condensar allí toda la información. Tanto el muestreo participativo como la toma de muestras fueron realizadas de acuerdo a la metodología descrita en la Sección A.

Con respecto a los criterios de la selección de los sitios de muestreo cabe aclarar que:

- Los sitios de agua de pozo y aljibe fueron elegidos teniendo en cuenta la posibilidad de acceso a los mismos. En dichos sitios se tomaron a su vez las muestras de agua de red.
- Debido a la inquietud manifestada por miembros de la comunidad se tomaron muestras del canal lindante a la zona industrial (sitio 3).
- Los sitios 5 y 12 fueron elegidos como sitios de referencia de alta influencia agrícola (suelos lindantes a campos convencionales).

## Mapa Factores ambientales y Sitios de muestreo



### REFERENCIAS

#### Sitios de muestreo y matrices ambientales

- 1<sup>1</sup>. Casa vecino (agua de red/aljibe)
- 1<sup>2</sup>. Casa vecino (agua de pozo)
- 2<sup>1</sup>. Casa vecino (agua de red/pozo)
- 2<sup>2</sup>. Casa vecino (agua de red/aljibe)
- 3. Canal Industrial
- 4. Canal
- 5. Suelo Campo convencional
- 6. Plaza

- 7. Calle
- 8. Vereda galpón de agroquímicos
- 9. Casa vecino
- 10. Casa vecino
- 11. Casa vecino
- 12<sup>2</sup>. Suelo Campo convencional
- 13<sup>2</sup>. Canal nuevo
- 14<sup>2</sup>. Vereda Club Atlético
- 15<sup>2</sup>. Río Saladillo

Agua
Suelo
Sedimento
MPS
Cascarilla

**Figura 5.4.** Ubicación geográfica y matrices muestreadas de los sitios de muestreo. *Los superíndices 1 y 2 corresponden a muestras tomadas en el 1er y 2do muestreo respectivamente. Sin superíndice a aquellos muestreados en ambas fechas.*

- Se tomaron muestras de suelo de la plaza de juegos para niños ubicada sobre la calle Buenos Aires, por considerarla un espacio público de relevancia. A su vez a los alrededores de la misma se recogieron cascarillas de maíz ya que como se muestra en la figura se encuentran silos de acopio cercanos.
- Se tomaron muestras de suelo en los sitios 7 y 8 en función de la preocupación exhibida en los talleres de mapeo colectivo que se realizaron durante el CampS. El sitio 7 corresponde al suelo de

una calle con circulación de maquinaria agrícola y el 8 a una vereda lindante a un galpón de venta y distribución de agrotóxicos.

- Con el fin de comparar la influencia de la actividad agrícola se eligieron tres sitios de muestreo para la determinación MPS. Dichos puntos corresponden a: una zona periurbana (sitio 9), una zona intermedia (sitio 11) y una urbana (sitios 10, en la zona central del pueblo).

➤ Resultados muestreos ambientales MM1 y MM2

En relación a las **muestras de agua (red, superficial, pozo y aljibe)**, dado que los resultados y el análisis específico de los parámetros físicoquímicos y concentraciones de plaguicidas de manera particular fueron presentados y discutidos en la Sección A, aquí se resumen las CMT correspondiente a la totalidad de las aguas ([tabla 5.1](#)) junto con el número de plaguicidas detectados, cuantificados y el de mayor concentración. Por otro lado, en la [tabla 5.2](#) se presenta una síntesis de la información descriptiva correspondientes a las 13 muestras de agua recolectadas en ambos muestreos, con el objetivo de visualizar de manera más clara el escenario en este caso de estudio y facilitar su interpretación. En la misma se muestra la información haciendo la diferenciación entre las campañas de muestreo y entre familia de plaguicidas (Insecticidas, Herbicidas, y Fungicidas), para su posterior discusión y análisis comparativo con el resto de los escenarios de conflicto (que se realizará en el apartado 5B.4). Las aguas de distribución de red Municipal presentaron valores de parámetros físicoquímicos y concentraciones de plaguicidas dentro de los valores establecidos en las Normas de calidad y control de aguas para bebidas de la provincia de Córdoba. Adicionalmente y en el marco del CampS se determinó la presencia de Arsénico por Espectroscopía de Absorción Atómica en las 2 muestras de agua de Red de MM1, exhibiendo concentraciones menores al límite tolerable establecido por dicha norma ( $< 0,1$  mg/L). En lo que respecta a las aguas superficiales, particularmente al canal industrial del sitio 3, a pesar de no haberse realizado ensayos específicos, se observaron películas oleosas sobre la superficie del cuerpo de agua. Esto tiene un paralelismo con el alto porcentaje de pérdida por ignición que se halló en el sedimento de dicho sitio (53,8%, [tabla 4.19](#)). En cuanto a los plaguicidas es de destacar que el 100% de las aguas exhibieron presencia de dichos contaminantes, y que en la mayoría (6 muestras de 9 con plaguicidas cuantificables) el insecticida Cipermetrina presentó las mayores concentraciones.



**Tabla 5.1.** Carga másica total de plaguicidas-CMT ( $\mu\text{g/L}$ ) en las muestras de agua del primer y segundo muestreo de MM

Sitio-Muestreo	Tipo de Agua	Nº plaguicidas detectados	Nº plaguicidas cuantificados	CMT	Plaguicida con > Conc.
1-MM1	Red-Distribución municipal	3	0	0,01	-
2-MM1	Red-Distribución municipal	3	0	0,01	-
1-MM1	Aljibe	3	0	0,02	-
2-MM1	Pozo	3	1	0,70	Clorpirifos
3-MM1	Superficial-Canal	3	3	10,8	Cipermetrina
4-MM1	Superficial-Canal	5	5	3,0	Cipermetrina
2-MM2	Red-Distribución municipal	2	1	0,12	Cipermetrina
2-MM2	Aljibe	3	2	0,53	Cipermetrina
1-MM2	Pozo	4	4	0,25	Cipermetrina
3-MM2	Superficial-Canal	1	0	0,05	-
4-MM2	Superficial-Canal	2	1	2,55	Glifosato
13-MM2	Superficial-Canal	3	3	0,16	Lambacialotrina
15-MM2	Superficial-Río	4	3	0,26	Cipermetrina

*La diferencia entre detectados y cuantificados, se corresponde a plaguicidas en la categoría DNC*

**Tabla 5.2.** Información descriptiva de los resultados obtenidos en las muestras de agua del primer y segundo muestreo de MM

	MM1	MM2
Fecha de muestreo	Octubre 2014	Agosto 2015
Número de muestras de AGUA	6	7
Número de plaguicidas analizados	10	38
Número de plaguicidas detectados	5	7
Plaguicida/s hallado/s en mayor frecuencia	Clorpirifos	Clorpirifos y Cipermetrina
Plaguicida hallado en mayor concentración	Cipermetrina	Glifosato
Número de I detectados	4	3
Insecticidas Rango de concentraciones halladas	0,001-10,7	0,01-0,41
Concentración Media	0,86	0,10
Número de H detectados	-	2
Herbicidas Rango de concentraciones halladas	-	0,05-2,5
Concentración Media	-	0,05
Número de F detectados	1	2
Fungicidas Rango de concentraciones halladas	0,01-0,09	0,03-0,09
Concentración Media	0,04	0,05

De la tabla se desprende que las aguas superficiales (con excepción de los sitios 3 y 4 de MM2, en las cuales no fue posible analizar la totalidad de los plaguicidas por interferencia en la matriz) son las más impactadas, ya sea por la mayor presencia de plaguicidas, como por las mayores cargas másicas que presentan, especialmente los sitios 3 y 4 de MM1. En los mismos, el insecticida Cipermetrina es hasta 2 órdenes de magnitud mayor a lo detectado en el resto de las muestras. Es importante mencionar en este punto que en dichos canales se ha observado por parte de los vecinos el lavado de maquinaria agrícola. Junto con Clorpirifos son plaguicidas que exhibieron las mayores frecuencias de detección en ambos muestreos. Las concentraciones de plaguicidas en octubre 2014 y agosto 2015, dieron como resultado diferencias significativas (Wilcoxon,  $p=0,003$ ) siendo mayor la media correspondiente a la primavera (MM1;  $0,73\mu\text{g/L}$ ) en relación a lo cuantificado en la estación invernal (MM2;  $0,21\mu\text{g/L}$ ). Dicha diferencia es atribuida a los Insecticidas, ya que fue el grupo que presentó también diferencias significativas ( $p=0,023$ ) entre las campañas de muestreo, lo que tiene una concordancia con el uso más intensivo de Insecticidas en los meses de octubre a marzo, característicos por una mayor aparición de insectos por las mayores temperaturas y lluvias propio de clima templado húmedo de la región. Los Fungicidas resultaron comparativamente iguales ( $p=0,300$ ) y los Herbicidas no se detectaron en el primer muestreo.

En relación a los **suelos y sedimentos**, siguiendo la lógica de los resultados en aguas, en la [tabla 5.3](#) se presenta un resumen de la información descriptiva correspondientes a las 14 muestras recolectadas en ambos muestreos. En dichas campañas, las concentraciones de plaguicidas exhibieron diferencias significativas (Wilcoxon,  $p=0,002$ ) siendo de casi el doble la media correspondiente a MM2; ( $885,5 \mu\text{g/Kg}$ ) en relación al primer muestreo ( $423,0 \mu\text{g/Kg}$ ), contrariamente a lo identificado para las aguas. La diferencia observada en las concentraciones de los suelos y sedimentos, es dominada por los Insecticidas y Herbicidas, ya que ambos grupos de plaguicidas presentaron también diferencias significativas entre las campañas ( $p<0,05$ ) y resultaron mayores que los Fungicidas. Para el análisis estacional de las concentraciones es importante considerar que el suelo es el principal receptor de los plaguicidas, y su presencia en las muestras aquí recolectadas está sujeta en gran medida al momento en que fueron aplicados sobre los mismos y a las condiciones climáticas. Particularmente los herbicidas son utilizados periódicamente en los suelos rurales (a través de la práctica del barbecho químico) y los suelos de uso urbano reciben aplicaciones en diversos momentos del año por utilizarse para el mantenimiento de la vegetación. Las menores concentraciones medidas en MM2 por tanto, podrían deberse a la menor tasa de

degradación de los analitos en la matriz sólida por las bajas temperaturas propias de la época invernal (Paracampo y otros, 2012). Como puede observarse en la tabla y ya se discutió en la sección A, los Herbicidas son los plaguicidas que se encuentran en mayores concentraciones y constituyen mayores aportes máxicos en la presente matriz (particularmente el Glifosato y AMPA).

**Tabla 5.3.** Información descriptiva de los resultados obtenidos en las muestras de suelos y sedimentos del primer y segundo muestreo de MM

		MM1	MM2
Fecha de muestreo		Octubre 2014	Agosto 2015
Número de muestras de SUELO Y SEDIMENTOS*		5	8
Número de plaguicidas analizados		8	56
Número de plaguicidas detectados		8	19
Plaguicida/s hallado en mayor frecuencia		Glifosato-AMPA- Clorpirifos-Cipermetrina	2,4D-Atz desetil-Metolaclor- Imidacloprid-Epoxiconazol
Plaguicida hallado en mayor concentración		Glifosato	AMPA
Número de I detectados		5	5
Insecticidas	Rango de concentraciones halladas	1,5-337,7	0,2-68,0
Concentración Media		80,4	12,2
Número de H detectados		2	12
Herbicidas	Rango de concentraciones halladas	37,8-3868,0	0,02-29705,1
Concentración Media		1103,0	1300,4
Número de F detectados		1	2
Fungicidas	Rango de concentraciones halladas	3,1-17,4	0,1-297,5
Concentración Media		7,5	52,0

*\*Se recolectaron un total de 14 muestras de matrices sólidas, pero el Sedimento del Río no pudo ser analizado*

En la [tabla 5.4](#) se presenta el análisis de las CMT de plaguicidas de manera específica para las muestras analizadas en esta localidad y de manera comparativa entre los dos muestreos. Adicionalmente se muestra en la tabla el número de plaguicidas detectados por muestra (coocurrencia). Es importante mencionar que las 3 muestras de MM2 asignadas en el cuartil uno, forman parte del grupo de las Excepcionales (aquellos en las cuales solo fueron analizados Glifosato y AMPA). En relación a las campañas, a pesar de haberse analizado un número mayor de plaguicidas en MM2 (expresado también en las mayores ocurrencias en dicho muestreo), las CMT no exhiben diferencias significativas ( $p=0,502$ ). Por su parte, es de destacar los altos niveles en el suelo de la Plaza y el Club, lo cual coincide con lo relevado en el CampS sobre el uso generalizado, frecuente y desaprensivo de estos contaminantes en el mantenimiento de los parques,

jardines y aéreas de esparcimiento municipales y privadas. El suelo del sitio 8 (vereda lindante a galpón de venta y distribución de agrotóxicos) exhibió altas CMT y las mayores coocurrencias de plaguicida en ambas campañas de muestreo. Esta situación resulta preocupante si se considera también lo evidenciado en el análisis del entorno ambiental, en el cual se identificaron en el interior del radio urbano 22 galpones donde se depositan agroquímicos, máquinas agrícolas, y hangares de pulverizadores, resultando este escenario una situación alarmante y de potencial exposición ambiental para la población.

**Tabla 5.4** Análisis comparativo de las CMT de plaguicidas ( $\mu\text{g/Kg}$ ) por sitio y campaña de muestreo para las matrices sólidas de MM

Coocurrencia		MM1	MM2		Coocurrencia
5	7-Calle urbana	154,2	< 5	5-Campo convencional	-
5	6-Plaza	273,2	< 5	4-Sedimento canal	-
4	5-Campo convencional	464,8	5,0	7-Calle urbana	1
7	6-Plaza	3600,6	318,0	6-Plaza	8
8	8-Vereda galpón de agroquímicos	7774,2	351,0	12-Campo convencional	10
			1505,4	8-Vereda galpón de agroquímicos	17
			2139,8	3-Sedimento canal industrial	2
			36412,9	14-Club	8

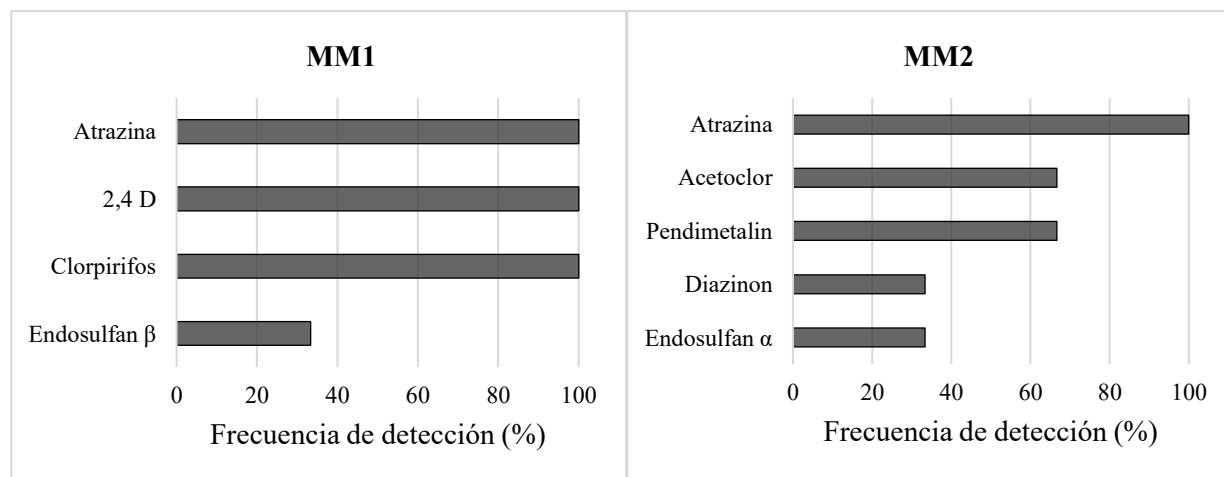
Con respecto a los resultados del Material Particulado Sedimentable, tal como se dijo en la Sección A, se presenta la información de la presencia de plaguicidas en esta matriz y el análisis comparativo de los sitios muestreados considerando particularmente su ubicación en la zona de estudio. Como primera medida en la [tabla 5.5](#) se condensan y detallan los resultados de las concentraciones de plaguicidas presentes en las 6 muestras de ambos muestreos. Cabe recordar que solo se muestran aquellos presentes en al menos una muestra y que los plaguicidas analizados en MM1 (n=10) fueron distintos a los analizados en MM2 (n=36). De la tabla se desprende que el 100% de las muestras analizadas presentaron al menos 1 plaguicida, siendo la coocurrencia máxima igual a 5 para el sitio 9 de MM2. Dicho sitio es el que presenta la mayor cantidad de agrotóxicos tanto en el primer como segundo muestreo. Con respecto a las concentraciones detectadas de los distintos plaguicidas por muestra, se observa que en todos los casos fueron los herbicidas los que exhibieron las mayores concentraciones (2,4D y Atrazina).

**Tabla 5.5.** Plaguicidas detectados en las muestras de MPS de MM. Las concentraciones y la Carga másica Total (CMT) están expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{días}$

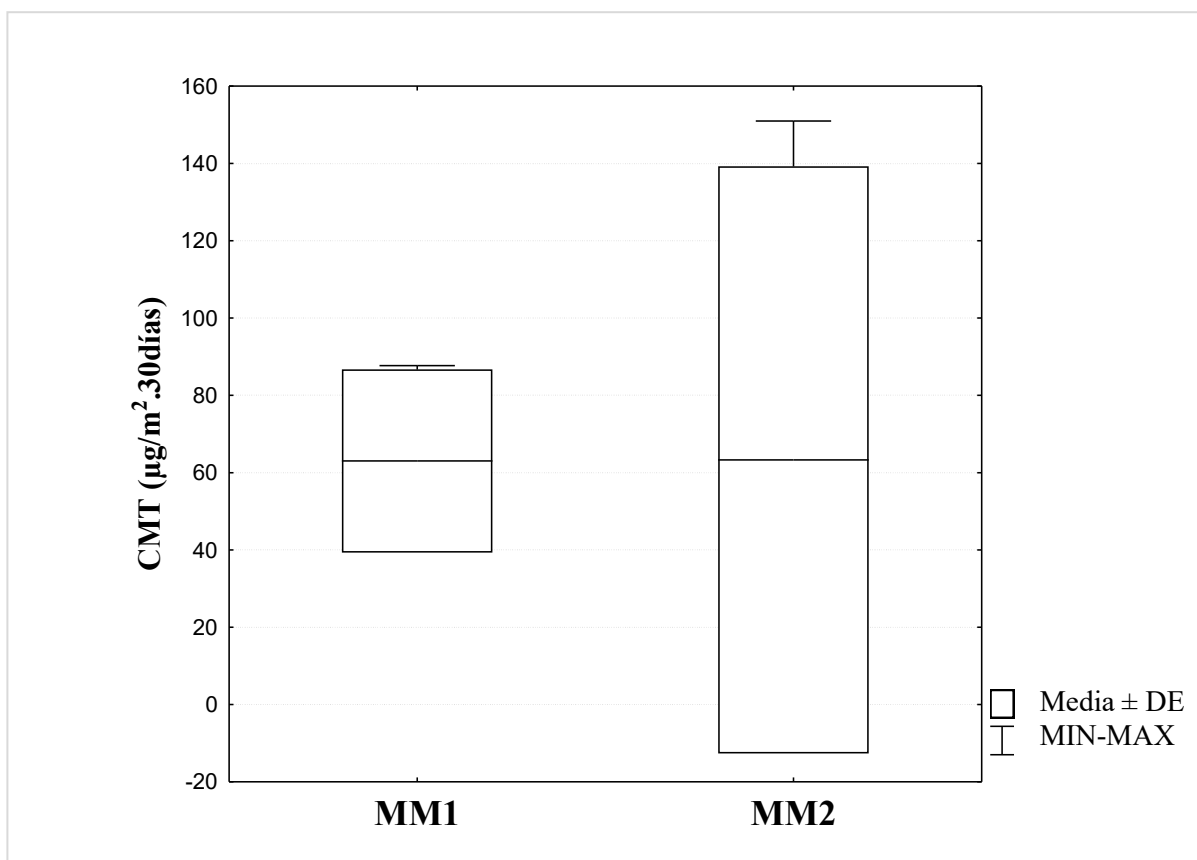
Muestreo - Sitio	Atz	2,4 D	Clp	Endo $\alpha$	Endo $\beta$	Acet	Diaz	Pend	Tebzol	CMT	N° plag. DET	N° plag. CUANT	Plag. con > Conc.
MM1-9	30,3	30,6	25,79	< 1	1,1	S/A	S/A	S/A	S/A	87,7	4	4	2,4 D
MM1-10	19,6	33,9	7,48	< 1	< 1	S/A	S/A	S/A	S/A	61,0	3	3	2,4 D
MM1-11	17,9	13,3	9,23	< 1	< 1	S/A	S/A	S/A	S/A	40,4	3	3	Atrazina
MM2-9	131,4	< 10	< 0,5	1,5	< 0,5	2,2	< 0,5	9,1	6,8	151,0	5	5	Atrazina
MM2-10	17,5	< 10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	17,5	1	1	Atrazina
MM-11	19,2	< 10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	1,6	0,4	< 0,1	21,4	4	4	Atrazina

Atz: Atrazina; Clp: Clorpirifos; Endo: Endosulfan. Acet: Acetoclor; Diaz: Diazinon; Pend: Pendimetalin; Tebzol: Tebuconazol. DET: detectados; CUANT: cuantificados; S/A: Sin analizar. La diferencia entre detectados y cuantificados, se corresponde a plaguicidas en la categoría DNC

A su vez, Atrazina es el que presenta las mayores frecuencias de aparición, 100% tanto en MM1 como en MM2 (figura 5.5). Por otro lado, en el gráfico de caja y bigote (figura 5.6) se presentan las CMT de los plaguicidas cuantificados, unificando los 3 sitios muestreados (9, 10 y 11) para cada uno de los muestreos.



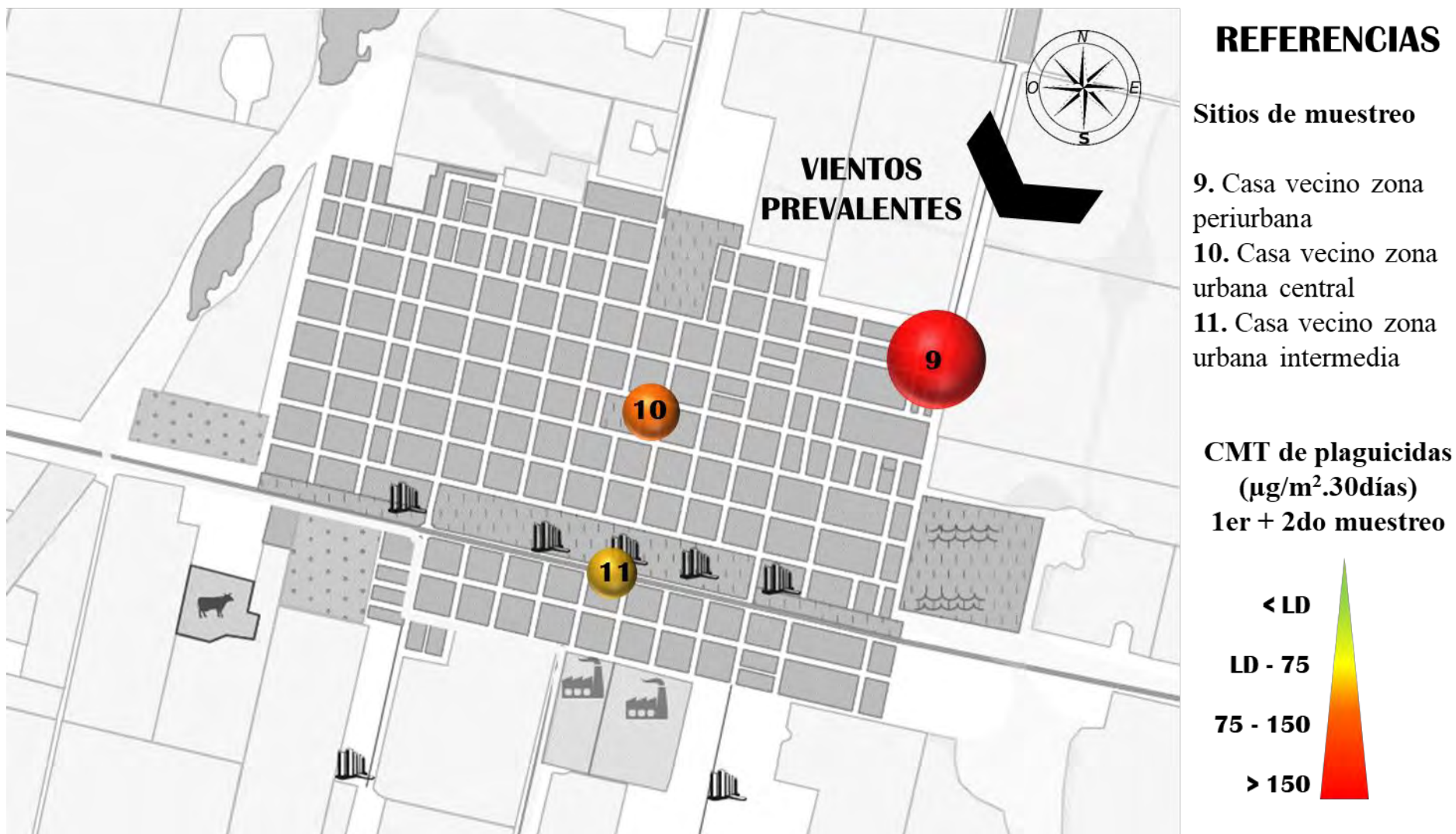
**Figura 5.5.** Frecuencia de detección (%) de los plaguicidas detectados en las muestras de MPS<sub>total</sub> de los dos muestreos realizados en MM



**Figura 5.6.** Carga Másica total de plaguicidas en el MPS<sub>total</sub> correspondiente a los 2 muestreos de MM

Como puede observarse en la figura, no existen diferencias significativas entre los 2 muestreos ( $p=0,513$ ), lo que pone en evidencia la no existencia de ciclos temporales de plaguicidas en los MPS, demostrando a su vez la ubicuidad de los plaguicidas en la atmósfera independiente de la época del año. Esto podría deberse a la movilidad de los plaguicidas en la atmósfera y a la existencia de diferentes épocas de aplicación para los múltiples compuestos en los diversos cultivos, resultando de alguna manera, en promedios totales equivalentes y rangos de concentraciones amplios que enmascaran diferencias entre los conjuntos de datos (Coupe y otros, 2000). Lo mismo podría aplicarse para el caso de Argentina que a través del barbecho químico, promueve el ingreso al ambiente particularmente de Herbicidas durante todo el año y si bien existen meses de uso más intensivo de plaguicidas, no llegan a diferenciarse significativamente en las distintas estaciones (Alonso y otros, 2014; 2018). Teniendo en cuenta dichos resultados se procedió a unificar las concentraciones de MM1 y MM2, sumando las CMT por sitio de muestreo con el objetivo de contar con un panorama comparativo de los 3 sitios muestreados. Los mismos se representaron a través de un gráfico de burbujas en el mapa de la ciudad, para presentar la

distribución espacial de los plaguicidas en el  $MPS_{total}$  en Monte Maíz, como se muestra en la [Figura 5.7](#). En la misma se incorpora la dirección predominante del viento, información resultante del taller de mapeo colectivo realizado durante el campamento, coincidente con los reportados por el Servicio Meteorológico Nacional (en el [ANEXO H](#) se muestra la Rosa de los vientos correspondiente a los períodos muestreados en la localidad). Adicionalmente, y siguiendo la metodología ya utilizada, los resultados se expresaron también en una escala de colores para representar visualmente el grado de contaminación comparada de los sitios de muestreo, tomando como referencia la distribución de datos por cuartiles como se hizo en la Sección A. Del análisis de la figura se desprende que existe una presencia generalizada de agrotóxicos a lo largo y ancho de la ciudad observándose una tendencia en cuanto a cargas másicas ( $9 \gg 10 > 11$ ), pero no detectándose diferencias significativas entre las concentraciones de los sitios (test Kruskal-Wallis,  $p=0,305$ ). Particularmente el sitio 9 se encuentra a una calle de distancia de un campo de cultivo como se muestra en la foto ([figura 5.8](#)). Teniendo en cuenta esto último y la dirección de los vientos predominantes (Noreste) este sitio presenta comportamiento acorde a la topología del lugar, expresado tanto en la coocurrencia máxima de plaguicidas como en las mayores CMT. Este escenario de contaminación por agrotóxicos se condice con la información relevada por el grupo de Geografía durante el CampS, los cuales identificaron parcelarios con cultivo de soja y maíz transgénicos hacia el Norte y Este de la localidad, destacando la cercanía de las casas a los campos cultivados, ya que en la mayoría los límites están establecidos por solo una calle o un alambrado que separan los cultivos de las viviendas (tal como aquí se observa).



**Figura 5.7.** Ubicación espacial de los valores de CMT de plaguicidas obtenidos en el MPS de MM, expresado como la suma de ambos muestreos en  $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{días}$





**Figura 5.8.** Foto con la ubicación del colector para MPS correspondiente al sitio 9 de MM

Por último y en relación a las **cascarillas de maíz**, las mismas fueron recolectadas en los alrededores de la plaza del sitio 6, cuyo suelo exhibió entre 4 y 8 plaguicidas diferentes, y concentraciones de Glifosato de más de 2700  $\mu\text{g/Kg}$  particularmente en el primer muestreo. En la [tabla 5.6](#) se presentan los plaguicidas detectados en la cascarilla correspondiente a MM1.

**Tabla 5.6.** Concentraciones de Plaguicidas ( $\mu\text{g/Kg}$ ) detectados en las muestras de cascarilla de MM1

	<b>Gli</b>	<b>AMPA</b>	<b>Clp</b>	<b>Endo <math>\alpha</math></b>	<b>Endo <math>\beta</math></b>	<b>Cip</b>	<b>Lambda</b>	<b>Epzol</b>
<i>MM1- 6. Cascarilla de maíz</i>	504,9	606,7	13,7	DNC	< 1,5	DNC	< 1,5	2,4

*Gli: Glifosato; Clp: Clorpirifos; Endo: Endosulfan; Lambda: Cip: Cipermetrina; Lambdacialotrina; Epzol: Epoxiconazol; Las cascarillas de MM2 no pudieron ser analizadas*

En la muestra se analizaron 2 herbicidas, 5 insecticidas y 1 fungicida (todos característicos del paquete agrobiotecnológico actual), siendo 6 los plaguicidas totales detectados en la misma. Las concentraciones de Glifosato y AMPA resultaron 1 y 2 órdenes de magnitud mayores en relación al resto de los analitos, siendo Clorpirifos el insecticida detectado en mayor concentración. Es de destacar la presencia de Endosulfan, plaguicida incluido en el Convenio de Estocolmo por ser considerado altamente peligroso para la salud de las poblaciones y prohibido en Argentina desde el año 2013. A pesar de que la información generada para la presente matriz ambiental es escasa (comparativamente a su vez, con las otras matrices analizadas) los resultados son relevantes en cuanto a contaminación por agrotóxicos en el

contexto de Monte Maíz. El relevamiento geográfico del interior del pueblo identificó una zona de grandes acopios de granos en un sector paralelo a la vieja vía del tren que se extiende de Oeste a Este, destacándose la presencia de cascarilla de soja y de maíz que desprenden los acopios y que acumula en viento en los resquicios. Por otro lado, los vecinos del lugar, refirieron molestias por este polvillo. Teniendo en cuenta esto, en conjunto con los resultados experimentales, se identifican a las cascarillas de maíz como una vía adicional de exposición no solo a material particulado en aire sino también a agrotóxicos para los vecinos de la localidad. Por otro lado, es importante considerar en este punto, que el uso de plaguicidas durante el almacenamiento de los granos en los silos (ubicado estos a su vez en el ejido urbano), debido a la propia dinámica ambiental de los plaguicidas, contamina no solo el aire, sino el agua y suelos de los alrededores (Md Metfaul y otros, 2019). Los datos médicos generados en el CampS, visualizaron una distribución espacial de los problemas respiratorios en MM concentrándose en la zona del Sur de la localidad, (los vecinos de los radios censales de dicha zona presentaron una mayor prevalencia general, en los distintos estratos etarios y mostraron en el análisis estadístico una consistente vinculación positiva para este resultado), en coincidencia con la zona donde es más frecuente que se concentre la cascarilla desprendida por los acopios de granos. A modo de ejemplo y para visualizar dichos resultados, en la [figura 5.9](#) se presentan dos de los mapas generados en el marco del relevamiento, que muestra la distribución espacial de las neumopatías (todos los mapas, se encuentran disponibles en el informe completo que se hizo referencia anteriormente). En consistencia con esto, existe evidencia de que habitar en la cercanía de acopios aumenta el riesgo de patologías respiratorias (Lerda y otros, 2001; Carignano y otros, 2014).

**De los resultados del CampS en MM** se desprende la existencia de un ambiente contaminado por agrotóxicos y un aumento de afecciones graves como neumopatías, cáncer, abortos, malformaciones congénitas, hipotiroidismo y collagenopatías para las que existen fuertes indicios de desencadenarse o acentuarse en un contexto de contaminación con plaguicidas (Ávila Vázquez y otros, 2017). En dicho trabajo se analizan estas relaciones, a través de un diseño exploratorio y observacional, que a pesar de que el mismo no permite realizar afirmaciones causales directas<sup>36</sup>, se resalta la necesidad de reconocer las asociaciones basadas

---

<sup>36</sup> los riesgos e impactos ambientales y sanitarios asociados a diversos tipos de radiación o a los efectos tóxicos de los agroquímicos son difíciles de demostrar porque involucran la interrelación de procesos complejos o bien porque se manifiestan con cierto desfase temporal. Incluso cuando se observan enfermedades, no siempre es factible atribuir las de modo directo a una causa puntual (Merlinsky y otros, 2018)

en el análisis de las diferencias entre las variables de exposición y prevalencia, incidencia y mortalidad del cáncer en MM.

Todo lo expuesto lleva a destacar la importancia del trabajo conjunto e interdisciplinario realizado en el CampS, en la construcción de las miradas ecoepidemiológicas necesarias para el entendimiento de los procesos de salud-enfermedad (ISSA, 2016).



**Figura 5.9.** Casos de Neumopatías y presencia de acopios de granos en la zona sur de MM. Material elaborado por estudiantes y egresados de la Lic. en Geografía de la UNC, en el marco del CampS en MM

## Cronología del conflicto

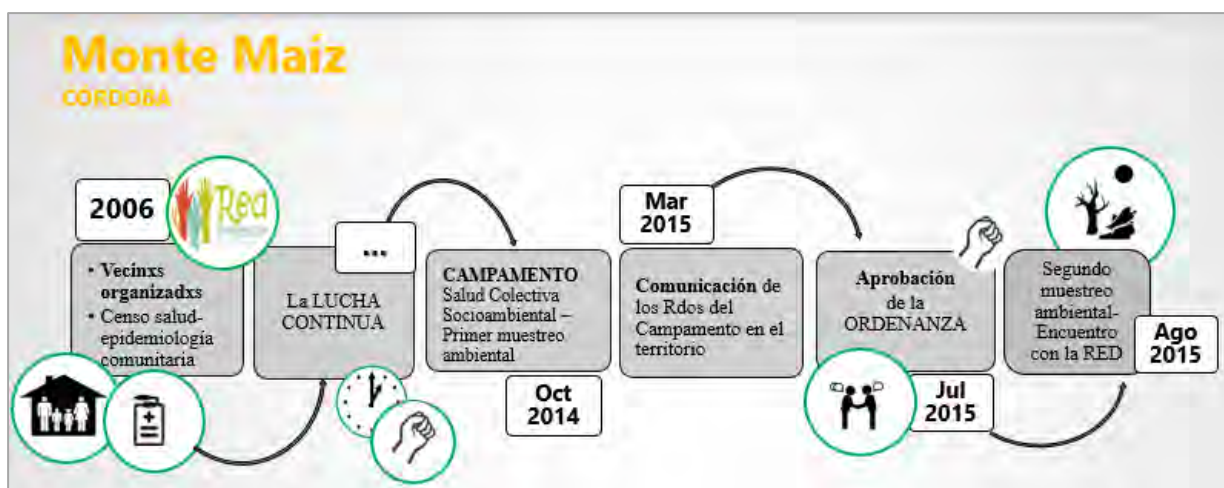
En el presente apartado se realiza un resumen de las diversas acciones y acontecimientos que fueron marcando el proceso del conflicto en la localidad cordobesa de Monte Maíz.

Como ya se mencionó, en el año 2006 se consolidó la *Red de Prevención de Monte Maíz*, la cual dio inicio a la lucha en el pueblo con el lema “Defendamos la salud, es nuestra mayor riqueza”<sup>37</sup>, conformada por vecinos preocupados por el aumento de enfermedades y su potencial vínculo con el uso de agrotóxicos en la zona, quienes en el año 2007 organizaron un censo de salud en el cual verificaron altos índices de enfermedades como lupus, cáncer de piel y pulmón. Dicho censo sentó un primer precedente en el pueblo, que luego de 8 años de lucha y a raíz de la solicitud realizada por la propia Red y en acompañamiento con autoridades del Municipio de Monte Maíz, en octubre del 2014 se logró que se llevara a cabo la “Evaluación de la Salud Colectiva Socioambiental” del pueblo. Luego de la realización de la misma, y ya con los resultados de todo el equipo de trabajo, se organizó en marzo del 2015 una instancia de sociabilización de la información en la propia comunidad. A la presentación del informe siguieron meses de duros debates en el pueblo y en el Concejo Municipal. Finalmente, en julio del mismo año, y luego de casi 10 años de una incansable y honorable lucha por parte de los vecinos, se aprobó en el Consejo Deliberante de Monte Maíz la ordenanza 1227/15 que regula el uso de agrotóxicos en el pueblo. Vale destacar que los aportes de resultados ambientales producto de la presente investigación fueron relevantes para que el poder legislativo local tomara dimensión del nivel de contaminación por plaguicidas sobre la localidad. En agosto de ese mismo año, se realizó el segundo muestreo ambiental y se compartió un encuentro con la Red y el equipo de trabajo. En la [figura 5.10](#) se resume en un esquema, la cronología recién descripta. Por otro lado, en la [figura 5.11](#) se muestran fotos representativas del día de la aprobación de la ordenanza Municipal y una publicación por parte de la Red compartiendo la noticia con la comunidad, en la cual se detallan también los principales artículos aprobados. A su vez, en el [ANEXO I](#) se deja plasmado una narración escrita por la autora de la presente Tesis, como parte del proceso creativo que emergió luego de la aprobación de dicha ordenanza.

---

<sup>37</sup> El uso de distintos lenguajes refleja que los conflictos ambientales no son sólo conflictos de intereses, sino también de valores, considerando al valor como un concepto amplio por el cual los distintos grupos humanos definen culturalmente qué significa para ellos la naturaleza y el ambiente en un determinado tiempo y espacio. La existencia de lenguajes que cuestiona los criterios dominantes de valoración monetaria a través de frases como “El agua vale más que el oro” o “Defendamos la salud, es nuestra mayor riqueza” (lema de la Red de MM), expresan la disputa por el significado del valor que se juega en cada conflicto ambiental (Merlinsky y otros, 2018).





**Figura 5.10.** Esquema de la cronología del conflicto socioambiental en la localidad de MM hasta la realización del segundo muestreo ambiental



**Figura 5.11.** Publicación de la Red de Prevención de MM luego de la aprobación de la ordenanza y los principales artículos de la misma (*izquierda*). Fotos de integrantes de la Red junto con el Intendente (*derecha*)

Es de destacar la repercusión en los distintos medios periodísticos e informativos tanto locales, nacionales e internacionales que se generó durante la realización del CampS y el proceso previo a la aprobación de la ordenanza ([figura 5.12](#)), así como luego de la misma ([figura 5.13](#)).



**Figura 5.12** Principales repercusiones en los medios de comunicación durante la realización del CampS de MM, luego de la entrega del informe y previo a la aprobación de la ordenanza Municipal en MM





**Figura 5.13** Principales repercusiones en los medios de comunicación después de la aprobación de la ordenanza Municipal en MM.

Estas imágenes se presentan aquí como una forma de visibilizar la conflictividad evidenciada en la localidad durante todo el proceso, y vislumbrar las diversas posturas en el conflicto. Aranguren y Martínez (2015) describen las dos visiones contrapuestas características de los conflictos en torno al uso de agrotóxicos como las aquí expresadas; una defendida por el sector del agronegocio la cual sostiene que no existe una relación causal entre el uso de agroquímicos y el aumento de problemas de salud para la población expuesta y donde todo es cuestión de buenas prácticas de aplicación. Y la otra, sostenida por los afectados y por algunos profesionales y actores políticos, que plantea una relación directa entre el uso de agroquímicos y las afectaciones a la salud, y que exigen por tanto un cambio radical en la forma de producir. Otra manera de evidenciar la conflictividad expresada (y que se recomienda ver en esta instancia), es a través de los [testimonios de los y las vecinos/as de MM](#) donde relatan la situación del pueblo. Los mismos fueron documentados por Mercedes “Meche” Méndez<sup>38</sup> y se encuentran

<sup>38</sup> Meche Méndez es enfermera especialista en cuidados paliativos y trabaja desde hace 20 años en el Hospital Garrahan. Se convirtió en un verdadero medio de comunicación sobre los impactos del agronegocio; comparte notas e investigaciones con colegas, creó una cadena de mails para transmitir información a cientos de profesionales de la salud, vecinos, periodistas, y tiene una cuenta en YouTube con múltiples videos con testimonios de los afectados, entrevistas, congresos referidos al tema, etc. Desde el año 2011 organiza jornadas en el Garrahan en las que invita a médicos e investigadores de distintos lugares del país. Su amor, sensibilidad y rol crítico la han convertido en una gran referente en la lucha contra los agrotóxicos en el país (La Vaca, 2015).

disponibles en su canal de YouTube (Méndez, 2015a, 2015b). Recorrer los testimonios permite descubrir la complejidad inherente a los conflictos socioambientales. Desde los relatos estremecedores que dan cuenta de sus sentires y padecimientos donde narran la cantidad de enfermos y los escenarios de contaminación ambiental, el reflejo de las dificultades y tensiones entre vecinos, las desigualdades económicas y asimetrías de poder, los conflictos de intereses, el reclamo al estado municipal y nacional, al sector agrícola y a los profesionales, así como los logros, resistencias, luchas colectivas y mensajes de esperanza. Todas estas aristas son características propias de la diversidad de actores, escalas y dimensiones que involucran los conflictos socioambientales y que quedan expresadas en sus testimonios (Svampa, 2012).

Antes de finalizar con el Caso de estudio de MM, y a pesar de que en la presente Tesis no se avanza en el análisis más profundo del conflicto, es importante hacer mención, para no perder de vista, algunas reflexiones del libro “Defender lo común: qué podemos aprender de los conflictos ambientales” (Merlinsky y otros, 2018). En el mismo se expresa que en el estudio de los conflictos es importante comprender cuáles son los elementos claves que definen la emergencia de un conflicto (sus condiciones estructurales) y los intereses que están en juego. Estudiar las causas de un conflicto, y los daños percibidos por una comunidad o grupo afectado (como lo aquí realizado), pero también analizar sus efectos, sus consecuencias, identificando los episodios y acontecimientos centrales, pero poniendo el foco en las transformaciones que han producido en la sociedad en el mediano plazo. Es decir, junto con la cronología del conflicto, establecer cuál es el contexto inmediato en que se manifestó el mismo y cuál es el contexto más amplio. Esto es muy importante si se tiene en cuenta que a lo largo del tiempo las organizaciones que reclaman por afectaciones o daños al ambiente van cambiando y todo ello sucede de manera estrechamente asociada a la reformulación del problema. A través del tiempo, el foco del conflicto puede cambiar y esto va produciendo diferentes espacios de deliberación. Teniendo en cuenta esto último, es importante resaltar que la ordenanza Municipal aprobada en el año 2015 fue un hecho central en el proceso transitado en Monte Maíz, pero es al día de hoy, que la Red de vecinos sigue activa y reclamando por su implementación, lo que demuestra la clara evolución y reformulación del problema.



## **5B2B. CASO SAN SALVADOR, ENTRE RÍOS**

---

### **Antecedentes, inicio del conflicto y demanda social**

La provincia de Entre Ríos, ha acompañado las transformaciones y cambios que se dieron en el país en el uso de la tierra, con incrementos en la superficie agrícola y superficie sembrada particularmente de soja transgénica (Sasal y otros, 2017). Este escenario a nivel nacional y provincial fue acompañado también de una movilización cada vez mayor de la sociedad civil que demanda acciones urgentes frente a los riesgos del modelo de agriculturización y exige al Estado que regule las aplicaciones de plaguicidas (Cuenca y otros, 2010). En Entre Ríos hay numerosas acciones de reclamo y denuncia, y han cobrado relevancia colectivos como el Foro Ecologista Paraná, Basta es Basta, las campañas Paren de Fumigar las Escuelas y la Ronda de los Martes, entre otros. La ciudad entrerriana de San Salvador no escapa a dicha coyuntura, consolidándose en el año 2014 un grupo de vecinos agrupados bajo el lema “Todos por Todos”, y alertados por el número de personas afectadas por enfermedades graves y su relación tanto por el uso de agroquímicos, como por la contaminación atmosférica existente en la localidad. La principal actividad económica de San Salvador, como se mencionó al inicio de la Sección A, es la agricultura; destacándose la soja y fundamentalmente el arroz no solo por la magnitud de los cultivos sino también por las plantas industriales que la pueblan, lo que hay llevado a la ciudad a ser designada como Capital Nacional del arroz. En este sentido, a la problemática específica de los lotes de producción y el uso de agrotóxicos característicos del modelo actual, se le debe agregar la producción industrial del arroz (molienda, secado, almacenamiento) y la ubicación actual de la molinos y plantas de acopios, muchos de los cuales se encuentra insertos dentro de la zona urbana y en la periferia de la misma, evidenciando esto una falta de Planificación Urbana, problema que se repite con diferentes expresiones en muchas localidades de la Argentina (Aradas y Carrancio, 2010).

En enero del 2014 se realizó en San Salvador una multitudinaria marcha impulsada por la organización vecinal, solicitando a las autoridades un relevamiento sanitario en el pueblo. Luego de más de un año de insistencias y reclamos, en respuesta a dicha demanda, en abril del 2015 se llevó a cabo la evaluación de la situación sociosanitaria de la localidad.

## **Relevamiento epidemiológico y ambiental: evaluación de la Salud Colectiva Socioambiental**

Entre la semana del 20 y 24 de abril del 2015, se llevó a cabo en la localidad de San Salvador un relevamiento epidemiológico y ambiental con el objetivo de construir un diagnóstico del estado de salud colectiva ambiental del pueblo. El mismo se realizó conjuntamente entre actores locales (vecinos y Municipio), profesionales y estudiantes del Instituto de Salud Socioambiental (ISSA) de la Facultad de Medicina de la UNR, y del Centro de Investigación de Medio Ambiente (CIM) y Espacio Multidisciplinario de Interacción Socioambiental (EMISA) ambos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP.

Es importante aclarar en este punto, que la Carrera de Medicina de la UNR cuenta con un dispositivo de evaluación final integradora del Ciclo de Práctica Final de la Carrera, denominado Campamentos Sanitarios (CampS) el cual también se convierte en un espacio que aporta a la caracterización de las situaciones de morbilidad y mortalidad de comunidades del país. Consecuencia de la demanda social y ante la convocatoria del Municipio de San Salvador para realizar allí un CampS, teniendo en cuenta que las dimensiones de la localidad excedían las posibilidades de cubrir el relevamiento de la mismas con una metodología de “barrido” (características de los mismos), la Facultad de Ciencias Médicas ofreció realizar una Investigación para identificar la situación de salud, desde la perspectiva de los pobladores de esa localidad, con otra metodología científica que fue acordada por ambas Instituciones (ISSA, 2016), y que se tradujo en el relevamiento epidemiológico aquí presentado. Las actividades de diseño del estudio estuvieron a cargo del equipo docente del Ciclo Práctica Final y fueron realizados en conjunto con voluntarios seleccionados para participar como encuestadores (estudiantes de Medicina con el Ciclo de Diagnóstico, Tratamiento y Rehabilitación regular mayores de 18 años, con aprobación previa del curso de capacitación a cargo de docentes del ISSA-FCM).

El estudio completo llevado a cabo en SS consistió en:

1. Un relevamiento epidemiológico llevado a cabo por el ISSA de la UNR.
2. Un relevamiento ambiental caracterizado por el estudio de niveles de concentración de plaguicidas en muestras ambientales llevado a cabo en el marco de la presente tesis y en coordinación con el EMISA de la UNLP. Adicionalmente en noviembre del 2015, y marzo/abril del 2017 se realizaron un segundo y tercer monitoreo ambiental en pos de una caracterización integral y temporal de la zona de estudio.

En la [figura 5.14](#) se muestra parte del equipo de personas que llevaron a cabo el relevamiento, así como aquellas que participaron del segundo y tercer muestreo realizado en la localidad. Por otro lado, se encuentran disponibles en Méndez (2015c) [los testimonios de los/as vecinos/as y los equipos de investigación/extensión que participaron](#). Por último, en el libro “La Argentina Fumigada”<sup>39</sup> Sáñez (2016b), se puede encontrar un capítulo donde se narra de manera profunda, rigurosa y estremecedora la situación en San Salvador. Cabe aclarar que todos estos materiales son solo sugerencias, no son necesarios para el entendimiento de lo aquí presentado, pero permitirán experimentar con muchos sentidos y a través de otras voces, lo vivido en la ciudad, enriqueciendo de esta manera la lectura de la presente Tesis.

#### *Abordaje integral: actividades realizadas*

A continuación, se describe de manera sintética la metodología y resultados relevantes vinculados con el censo epidemiológico, y con mayor detalle lo que respecta a los muestreos de plaguicidas ya que fue la actividad directamente realizada en el marco de este trabajo. En la [figura 5.15](#) se muestran fotos representativas del relevamiento llevado a cabo en SS.

#### *Censo epidemiológico*

Para la realización del relevamiento epidemiológico se diseñó un estudio descriptivo, de corte transversal, dirigido a una muestra representativa de la población de San Salvador.

Se decidió incluir todas las manzanas del ejido urbano de la localidad y dentro de cada manzana se incluyó en el estudio a una de cada cuatro viviendas habitadas con el objetivo de relevar el 25% de viviendas según los datos del Censo 2010. A las personas seleccionadas para ser incluidas dentro del estudio se les realizó una encuesta, previo consentimiento informado, que indagó acerca de condiciones socio-económicas, de modalidad de atención y uso de los servicios de salud, percepción de sus procesos de salud-enfermedad, y de situación sanitaria y ambiental de la localidad.

El relevamiento logró recabar información del 21% de la población. Con respecto a las condiciones habitacionales de las viviendas encuestadas 2 hogares no contaban con electricidad y 97,8% utilizaban gas para calefaccionar y cocinar. El 98% de las viviendas estaban construidas en materiales sólidos y sólo un hogar presentaba piso de tierra. El 99,6% de los hogares relevados tiene provisión de agua mediante la red de distribución y el 75% de los

---

<sup>39</sup> Primer libro de Fernanda Sáñez, Licenciada en Letras por la UBA, periodista reconocida en múltiples revistas y diarios del país, en el libro Argentina Fumigada “*analiza como nunca antes, un negocio millonario que encierra un experimento a cielo abierto del cual, nos demos cuenta o no, más tarde o temprano todos somos víctimas*”

misimos consume esa agua. En relación a los problemas de salud relevados en el último año, se detectaron 195 patologías diferentes. De las mismas se desprende la gran relevancia que adquieren los problemas respiratorios, ya sean infecciosos o de origen alérgico, observándose que el 47,1% de los problemas de salud corresponden al aparato respiratorio. En relación al relevamiento de problemas de salud crónicos (diagnosticados hace más de 1 año y que continuaban al momento de la encuesta), se detectaron 194 patologías diferentes. Dentro de las mismas, se destacan como más frecuentes la hipertensión arterial, el asma, la rinitis alérgica, la dermatitis atópica, la migraña y la litiasis en el aparato urinario. Del análisis comparativo con otras localidades de la zona, el asma es la patología que más diferencias encuentra siendo mayor en SS. Otra manera de poder interpretar cuáles son los problemas de salud de la población es a través del análisis de las causas de fallecimiento. De los resultados de la misma se observa la presencia enfermedades crónicas no transmisibles; resultando ser los tumores malignos (no desagregados por tipo), la primera causa (39,7%) duplicando prácticamente la segunda vinculada a enfermedades cardiovasculares (siendo inverso el orden de dichas causas a nivel nacional). A su vez se observa una tendencia al aumento de diagnósticos de cáncer conforme al paso del tiempo entre el año 2000 y el 2015. Los tipos de cáncer que más frecuentemente se refirieron fueron los de colon, mama, pulmón, próstata, encéfalo y páncreas. Otras de las aristas que se relevaron fue la percepción de la salud por parte de la comunidad, destacándose ampliamente los tumores malignos como principal problema, seguido de alergias y problemas respiratorios, resultados en total coherencia con los hallados en el relevamiento epidemiológico. Resulta de gran relevancia en el marco de la presente tesis, que dentro de dichas percepciones el cuarto problema de salud identificado fueron los agroquímicos. En este sentido se relevaron también las percepciones de las fuentes de contaminación en la localidad, siendo las dos fuentes que más se destacaron las fumigaciones (agrotóxicos) y las arroceras (polvillo).

El cáncer de pulmón dentro de las primeras tres causas de muerte en una población que además refiere problemas respiratorios crónicos como causas frecuentes de morbilidad es coherente con la referencia a los “agrotóxicos/fumigaciones” y “arroceras/molinos arroceros/polvillos” como fuentes de contaminación más importantes. Para mayor detalle, el informe completo de trabajo de investigación del perfil de morbimortalidad se encuentra disponible online<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> <https://www.lavaca.org/wp-content/uploads/2016/09/Informe-Socio-sanitario-en-San-Salvador-unr.pdf>



**Figura 5.14.** Imágenes del equipo de trabajo conformado en SS





**Figura 5.15.** Imágenes representativas de las actividades llevadas a cabo en el relevamiento epidemiológico y ambiental en SS

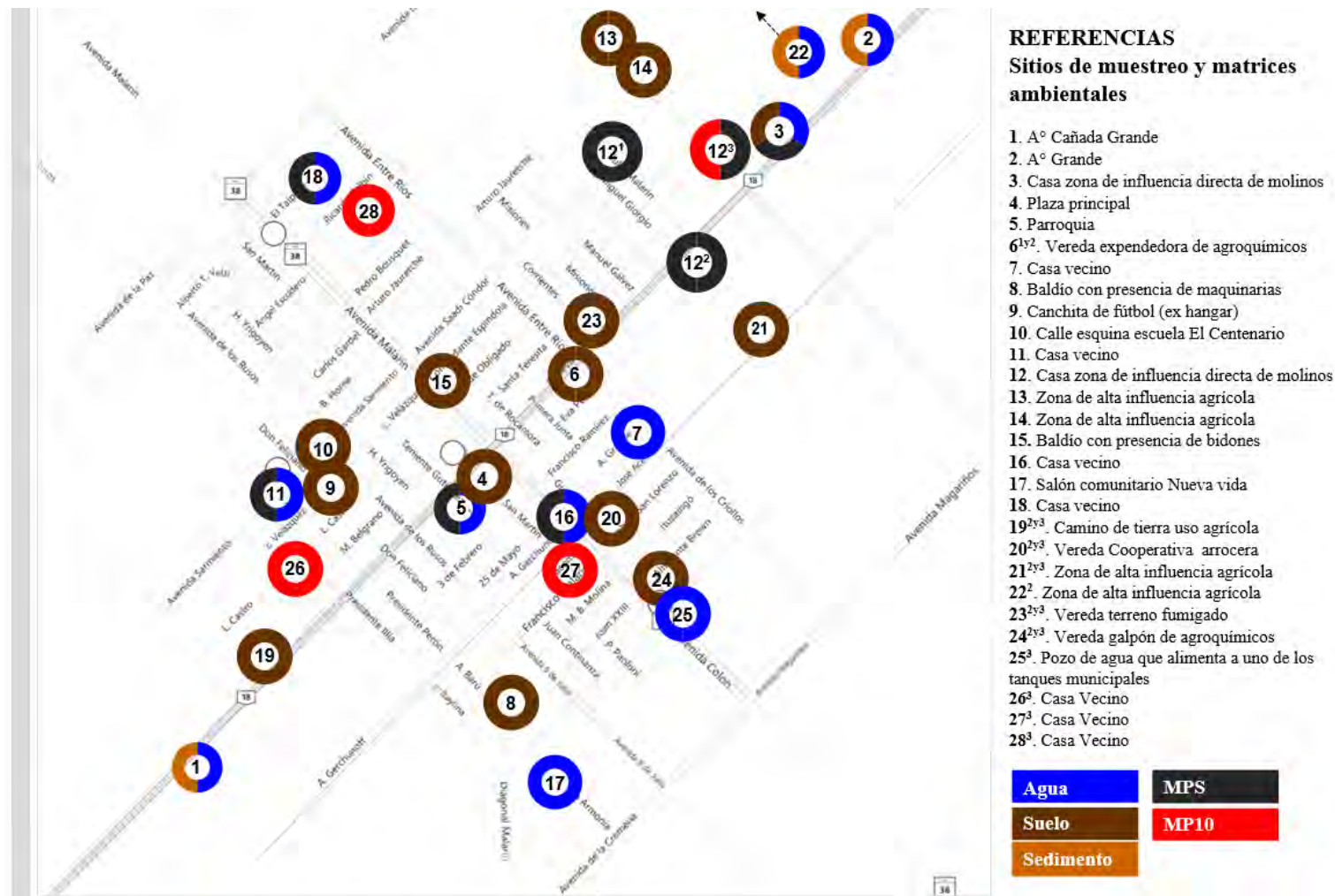
### *Muestreos ambientales (objetivo de la tesis)*

El primer muestreo se llevó a cabo en el marco del relevamiento epidemiológico y ambiental realizado en SS entre el 23 y 24 de abril del 2015 y se muestrearon 18 sitios a lo largo de la ciudad y en la periferia cercana. El segundo monitoreo se realizó los días 26 y 27 de noviembre del mismo año, en el cual se agregaron 6 sitios de muestreo, sumando un total de 24 puntos. El tercer muestreo fue llevado a cabo entre el 22 y 23 de marzo del 2017 en el cual se muestrearon 23 sitios. Debido a la problemática de contaminación atmosférica característica de dicha localidad, una semana después de campaña se volvió al territorio a realizar un muestreo adicional de material particulado inhalable (MP<sub>10</sub>), el mismo se realizó durante el 2 y 3 de abril del 2017 en días simultáneos a la recolección de MPS correspondiente a SS3, y se tomaron muestras en 4 sitios de la ciudad. Los muestreos realizados buscaron abarcar distintas estaciones del año (otoño, primavera y verano) para evaluar posibles variaciones temporales y una mejor caracterización de la zona de estudio. Y, por otro lado, tuvo el objetivo de evaluar diferencias asociadas a las épocas de mayor y menor intensidad de la actividad industrial arrocera

característica de la localidad. Considerando SS1, SS2 y SS3 se muestrearon un total de 28 sitios y tomaron 18 muestras de agua de red de distribución Municipal, 4 de pozo, 7 de agua superficial y 7 de los sedimentos respectivos, 35 muestras de suelo (uso rural, mixto y urbano), 16 de MPS y 4 de MP<sub>10</sub>. En la [figura 5.16](#) se muestra la totalidad de los sitios muestreados, las matrices que se tomaron en cada punto de muestreo y la localización geográfica de los mismos. Al igual que en MM el muestreo participativo y la toma de muestras fueron realizadas de acuerdo a la metodología descrita en la Sección A.

Con respecto a los criterios de la selección de los sitios de muestreo cabe aclarar que:

- Los sitios 1 y 2 fueron seleccionados por ser los 2 Arroyos más cercanos a la ciudad, los cuales atraviesan zonas agrícolas.
- Los sitios de agua de consumo fueron elegidos teniendo en cuenta la posibilidad de acceso a las casas (logística organizada por los/as vecinos/as), y considerando abarcar los 4 tanques de distribución municipal que existen en la localidad (información brindada por el Municipio).
- Se tomaron muestras de suelo de la plaza central del pueblo, por considerarla un espacio público de relevancia.
- Debido a la inquietud manifestada por miembros de la comunidad se tomaron muestras de los sitios 9 y 10, zona donde años anteriores existía un hangar (guardería de avionetas de fumigación).
- Los sitios 13, 14, 19, 21 y 22 fueron propuestos por los vecinos y elegidos como sitios con alta influencia agrícola (camino rurales y suelos lindantes a campos convencionales tanto de soja como de arroz).
- Los suelos de los sitios 8 y 15 fueron tomados por ser baldíos dentro de la ciudad y en la periferia cercana los cuales exhibieron presencia de bidones de agroquímicos y maquinaria agrícola, motivo de preocupación por parte de los vecinos.
- Los sitios 6 y 23 incluyen veredas lindantes a galpones de venta y distribución de agrotóxicos ubicados en el medio de la ciudad.
- Tanto los sitios de MPS y los de MP<sub>10</sub> se seleccionaron en pos de evaluar el posible impacto en la calidad del aire de las fuentes puntuales de contaminación atmosférica de SS (presencia de molinos arroceros). Particularmente para los MP<sub>10</sub> se tuvo en cuenta para dicha selección las factibilidades de conexión eléctrica y seguridad del equipo utilizado. En la [Figura 5.17](#) se presenta el mapa con la información de la ubicación geográfica de los Molinos, brindada por el Municipio.



**Figura 5.16.** Ubicación geográfica y matrices muestreadas de los sitios de muestreo. *Los superíndices 1, 2 y 3 corresponden a muestras tomadas en el 1er, 2do y/o 3er muestreo respectivamente. Sin superíndice a aquellos muestreados en todas las fechas. La ubicación exacta del sitio 12-MPS varió durante los tres muestreos, pero por simplicidad en el análisis será nombrado siempre como 12*



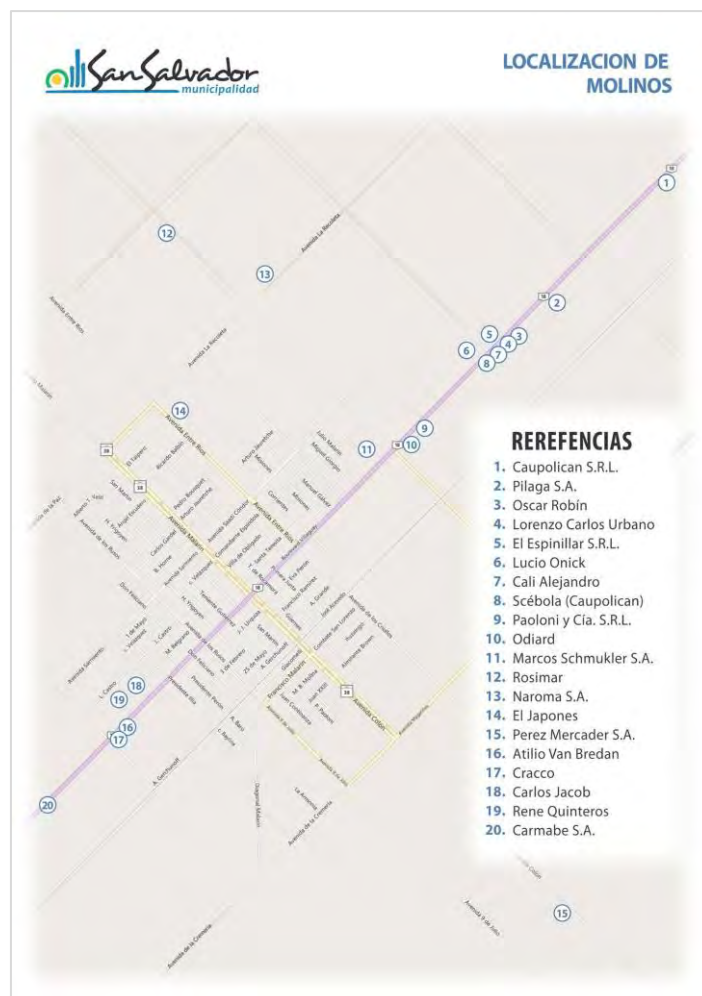


Figura 5.17. Ubicación de los molinos en la localidad de SS

➤ Resultados muestreos ambientales SS1, SS2 y SS3

En relación a las **muestras de agua (red, superficial y pozo)**, siguiendo la estructura de lo presentado para la ciudad de MM, se detallan las CMT correspondiente a las 29 muestras recolectadas junto con el número de plaguicidas detectados, cuantificados y el de mayor concentración (tabla 5.7). Y, en la tabla 5.8 se presenta un resumen de la información descriptiva de los resultados correspondientes a dichas aguas, haciendo la diferenciación entre las campañas de muestreo y entre familia de plaguicidas. En relación a las muestras de aguas provenientes de distribución de red Municipal de SS, las mismas presentaron valores de pH, conductividad, dureza, alcalinidad y ST<sub>105</sub> dentro de los valores establecidos por la Secretaría de Estado de Obras y Servicios Públicos de Entre Ríos para el agua potable de consumo humano (Anexo II, Decreto n°2235/02). Sin embargo, se registraron valores observables de oxígeno disuelto y algunas muestras correspondientes a SS1 no cumplieron con las características organolépticas que

regula el CAA, como se mostró en la figura 4.17. Por otro lado, particularmente en las muestras de SS3 de consumo y en la de pozo que alimenta los tanques de distribución de Red, se detectaron Atrazina y/o Lambacalotrina. En función de estos resultados obtenidos, los cuales ya fueron discutidos en detalle en la Sección A, es necesario destacar la importancia de realizar un seguimiento periódico y completo de la calidad de agua de Red de consumo humano de la localidad de San Salvador, teniendo en cuenta a su vez, de acuerdo al relevamiento sociosanitario realizado, que el 99,6% de los hogares relevados tiene provisión de agua mediante la red de distribución Municipal y el 75% de los mismos consume dicha agua.

Como puede observarse en la tabla 5.7, las aguas superficiales son las que exhiben las mayores coocurrencias y cargas másicas. Particularmente el sitio del Arroyo Cañada Grande, presentó la mayor CMT de todos los muestreos, detectándose Clorpirifos en mayor concentración ( $5,3\mu\text{g/L}$ ). En dicho sitio a su vez, se detectó un cóctel de plaguicidas tanto en SS1, SS2 y SS3 de 4, 6 y 7 respectivamente, siendo las mismas las concurrencias máximas de cada muestreo. Existen diferencias significativas entre las medias de las concentraciones de plaguicidas por campaña de muestreo (Kruskal Wallis  $p=0,005$ ), siendo  $SS2 > SS1=SS3$ . Estas fluctuaciones entre muestreos se relacionan con los ciclos de las aplicaciones y de las precipitaciones (Gagneten y otros, 2020). Al analizar las familias de plaguicidas entre ambos muestreos, se observa que las concentraciones de Insecticidas resultaron estadísticamente iguales entre los mismos (Kruskal Wallis  $p=0,114$ ). Por lo que la diferencia observada se explica principalmente por las mayores concentraciones de Herbicidas ( $p=0,008$ ). A su vez, en el segundo monitoreo Glifosato y AMPA resultaron ser los plaguicidas hallados con mayores frecuencias y concentraciones.

**Tabla 5.7.** Carga másica total de plaguicidas ( $\mu\text{g/L}$ ) en las muestras de agua del agua del primer, segundo y tercer muestreo de SS

Sitio	Tipo de Agua	SS1				SS2				SS3			
		Nº P detec.	Nº P cuant.	CMT	P con > Conc.	Nº P detec.	Nº P cuant.	CMT	P con > Conc.	Nº P detec.	Nº P cuant.	CMT	P con > Conc.
1-SS	Superficial-Arroyo	4	4	0,46	Cipermetrina	6	6	11,5	Clorpirifos	7	5	1,9	Atrazina
2-SS	Superficial-Arroyo	1	1	0,01	Clorpirifos	0	0	< 0,5	-	7	5	4,9	Atrazina
3-SS	Pozo	1	1	0,06	Clorpirifos	0	0	< 0,5	-	1	1	1,5	Atrazina
5-SS	Red-Distribución Municipal	0	0	< 0,015	-	0	0	< 0,008	-	2	1	0,94	Atrazina
7-SS	Red-Distribución Municipal	0	0	< 0,015	-	0	0	< 0,008	-	0	0	< 0,05	-
11-SS	Red-Distribución Municipal	0	0	< 0,015	-	0	0	< 0,008	-	1	1	0,12	Lambacalotrina
16-SS	Red-Distribución Municipal	0	0	< 0,015	-	0	0	< 0,008	-	2	1	0,19	Lambacalotrina
17-SS	Red-Distribución Municipal	0	0	< 0,015	-	0	0	< 0,008	-	2	2	0,44	Atrazina
18-SS	Red-Distribución Municipal	0	0	< 0,015	-	0	0	< 0,008	-	1	1	1,0	Atrazina
22-SS	Superficial-Arroyo	S/M	S/M	S/M	S/M	2	2	7,9	Glifosato	S/M	S/M	S/M	-
25-SS	Pozo*	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	2	1	0,19	Lambacalotrina

*Nº P detec.* = número de plaguicidas detectados; *Nº P cuant.* = número de plaguicidas cuantificados; *P con > Conc.* = plaguicida detectado en mayor concentración; \*pozo que alimenta los tanques de agua de distribución municipal; S/M: sin muestrear. La diferencia entre detectados y cuantificados, se corresponde a plaguicidas en la categoría DNC

**Tabla 5.8.** Información descriptiva de los resultados obtenidos en las muestras de agua del primer, segundo y tercer muestreo de SS

	SS1	SS2	SS3
Fecha de muestreo	Abril 2015	Noviembre 2015	Marzo 2017
Número de muestras de AGUA	9	10	10
Número de plaguicidas analizados	38	38	38
Número de plaguicidas detectados	4	6	7
Plaguicida hallado en mayor frecuencia	Clorpirifos	Glifosato y AMPA	Atrazina
Plaguicida hallado en mayor concentración	Cipermetrina	Glifosato	Atrazina
Número de I detectados	4	4	3
Insecticidas Rango de concentraciones halladas	0,01-0,3	0,05-5,3	0,04-0,2
Concentración Media	0,1	1,6	0,1
Número de H detectados	0	2	3
Herbicidas Rango de concentraciones halladas	-	2,1-4,2	0,05-2,9
Concentración Media	-	3,3	0,9
Número de F detectados	0	0	1
Fungicidas Rango de concentraciones halladas	-	-	0,06-0,6
Concentración Media	-	-	0,3

Esto se condice con los resultados encontrados en el Material Particulado en Suspensión (MPs) de los arroyos analizados (tabla 5.9). Dichas determinaciones por cuestiones de logística del laboratorio se realizaron en los Arroyos de SS2 y SS3, a través de la metodología esquematizada en la figura 4.10. Como puede observarse el 100% de las muestras analizadas exhibieron concentraciones de Glifosato y AMPA. El escenario supone la movilización de los mismos al compartimento acuático, y la asociación posterior al MPs, así como el aporte de partículas ya cargadas con los contaminantes a través de procesos como la escorrentía y la depositación atmosférica. A su vez, se puede apreciar que en el 80% de las mismas se detectó Glifosato > AMPA. Al calcularse el AM% de ambos analitos en cada muestra (como se hizo y discutió en la sección de suelos de uso urbano) se detecta que el AM% promedio del compuesto parental es de 63%, lo que indica una entrada reciente del herbicida al cuerpo de agua, en coincidencia con lo reportado por Primost y otros (2017). Es destacable la presencia del insecticida Endosulfan  $\beta$  cuya concentración supera en dos órdenes de magnitud a lo detectado por Jergentz y otros (2005) y Miglioranza y otros (2013) en arroyos de las Provincias de Buenos Aires y Río Negro respectivamente. Por último, son relevantes los niveles de fungicidas, particularmente de Epoxiconazol, en el Arroyo del sitio 22-SS1, el cual se encontraba al momento del muestreo inmerso en una zona de campos agrícolas arroceros y siendo a su vez dicho plaguicida de uso frecuente en la producción de aquel cereal (BASF, 2021).

**Tabla 5.9.** Plaguicidas detectados en el Material Particulado en Suspensión de los Arroyos de SS2 y SS3. Las concentraciones están expresadas en  $\mu\text{g/Kg}$ , referidas al material particulado pesado y extraído

Muestreo	Muestra	Gli	AMPA	Endo $\beta$	$\lambda$ cialotrina	Epzol	Azox
SS2	1-Arroyo	5856	2277	< LD	< LD	< LD	< LD
SS2	2-Arroyo	395	197	< LD	94	< LD	< LD
SS2	22-Arroyo	2747	1762	16638	< LD	43942	10916
		Gli	AMPA	Atz	Azox		
SS3	1-Arroyo	218	236	19425	< LD		
SS3	2-Arroyo	517	248	11231	187		

*Gli: Glifosato; Endo: Endosulfan;  $\lambda$ cialotrina: Lambdacialotrina; Epzol: Epoxiconazol; Azox: Azoxistrobin*

*< LD: menor al límite de detección del analito*

En relación a los **suelos y sedimentos**, al igual que lo presentado para MM en la [tabla 5.10](#) se resume la información descriptiva de los resultados correspondientes a las 42 muestras de los tres muestreos. En dichas campañas, las concentraciones de plaguicidas exhibieron una tendencia creciente ( $SS1 > SS2 > SS3$ ), sin embargo, no presentaron diferencias significativas (Kruskal Wallis,  $p=0,217$ ). A su vez, si se comparan las concentraciones por sitio de muestreo (en las tres campañas) tampoco se evidencian diferencias estadísticas ( $p=0,937$ ); resultados que responden a la dispersión de los datos asociados a los múltiples usos del suelo y la variedad de activos detectados. Por último, si se exploran las concentraciones por familia de acción Plaguicida, se identifica que los  $H = I \gg F$  (Kruskal  $p=0,0003$ ). Por su parte, entre los muestreos no se detectaron diferencias entre las 2 últimas familias, resultando las concentraciones medias más altas para herbicidas de SS1 y SS2 correspondiente a las estaciones de otoño y primavera. Este escenario evidencia el impacto diferencial de los Herbicidas en los suelos y sedimentos analizados. En la [tabla 5.11](#) se presenta el análisis de las CMT y la coocurrencia de plaguicidas de manera específica para las muestras analizadas en esta localidad. Con el objetivo de tener un panorama comparativo simultáneo entre sitios y entre campañas, la clasificación en base a los cuartiles se realizó teniendo en cuenta la totalidad de las muestras ( $n=42$ ), pero las mismas fueron ordenadas en la tabla de forma creciente para cada muestreo. Estos resultados, acompañados de los análisis estadísticos correspondientes arrojan que las mayores CMT se detectan en SS2 ( $p=0,011$ ), observándose en este muestreo el predominio de las muestras pertenecientes a los dos cuartiles superiores. Este comportamiento sigue la tendencia de los Herbicidas, con preponderancia del Glifosato y AMPA en el AM% de las muestras aquí analizadas. Por último, son de destacar las altas concentraciones en los suelos del Baldío (sitio 15) y la vereda lindante a galpón de venta y distribución de agrotóxicos del sitio

24, donde se cuantificaron las mayores CMT en los distintos muestreos, replicándose el escenario de contaminación urbana de alta preocupación como el relvado para MM en los suelos de uso urbano.

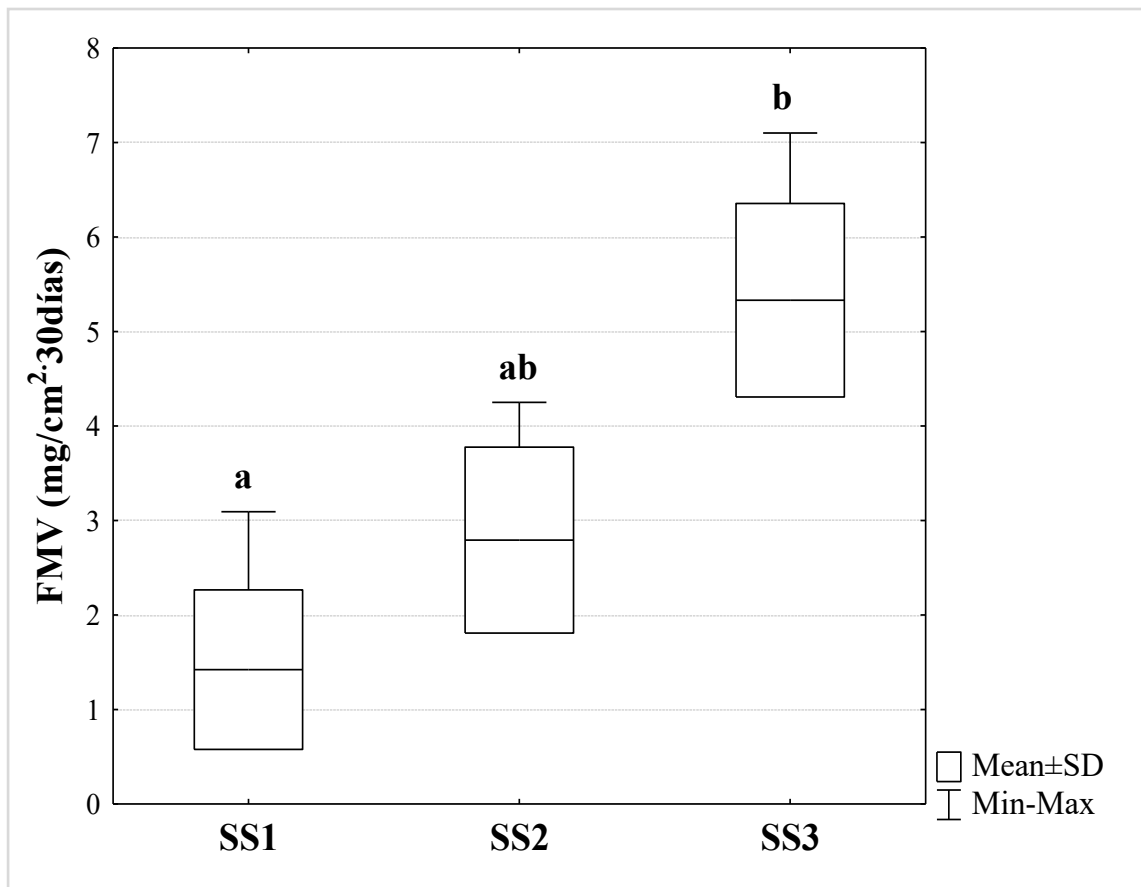
**Tabla 5.10.** Información descriptiva de los resultados obtenidos en las muestras de suelos y sedimentos del primer, segundo y tercer muestreo de SS

		SS1	SS2	SS3
Fecha de muestreo		Abril 2015	Noviembre 2015	Marzo 2017
Número de muestras de SUELOS Y SEDIMENTOS		11	16	15
Número de plaguicidas analizados		56	56	56
Número de plaguicidas detectados		17	23	21
Plaguicida/s hallado en mayor frecuencia		AMPA	Glifosato-AMPA	AMPA
Plaguicida hallado en mayor concentración		Glifosato	AMPA	AMPA
Número de I detectados		4	10	8
Insecticidas	Rango de concentraciones halladas	0,02-964,3	0,02-162,7	0,17-745,6
	Concentración Media	109,9	25,8	48,9
Número de H detectados		11	11	10
Herbicidas	Rango de concentraciones halladas	0,01-17357,4	0,02-12175,1	0,01-432,1
	Concentración Media	665,1	463,3	30,4
Número de F detectados		2	2	3
Fungicidas	Rango de concentraciones halladas	0,01-0,78	0,02-5,7	0,06-17,7
	Concentración Media	0,4	1,3	3,1

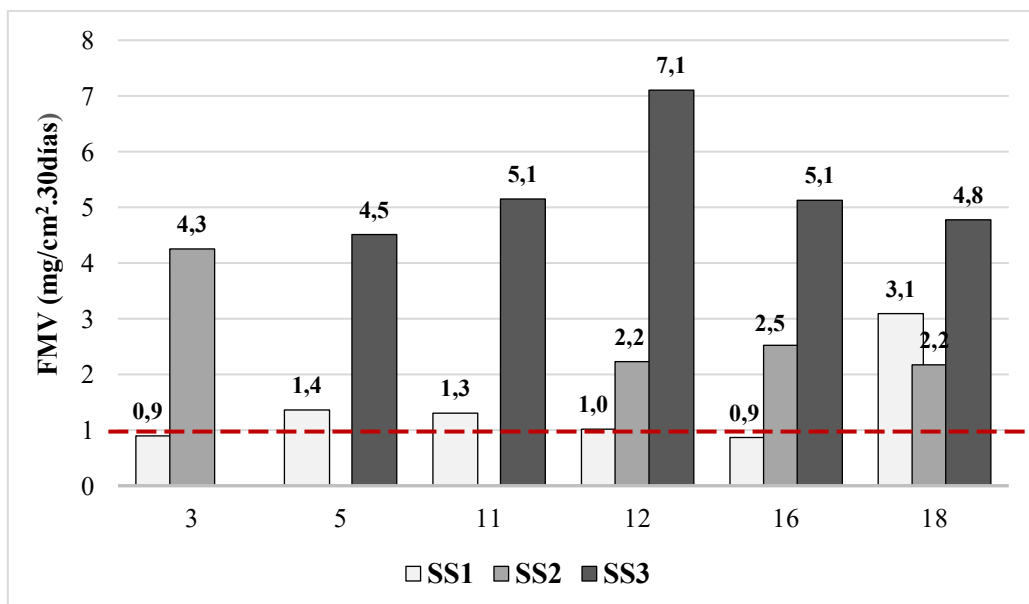
Con respecto a los resultados del **Material Particulado Sedimentable**, se presenta en detalle la información de los mismos. En primera medida, los Flujos Másicos Verticales calculados en las 15 muestras correspondientes a los 3 muestreos se grafican en la [figura 5.18](#) (valores medios por campaña de muestreo) y [figura 5.19](#) (valores individuales por monitoreo y sitio dentro de la localidad). Del análisis comparativo entre las tres campañas ( $p=0,004$ ), se desprende que el FMV de  $SS3 > SS1$ , representando los valores del segundo muestreo una situación intermedia. Estos resultados evaluados en el contexto productivo reflejan los ciclos de la actividad industrial, cuya época de mayor proceso de secado, pelado y movimiento de granos (y consecuentemente mayor desprendimiento de polvillo), es durante marzo, fecha que coincide con los mayores valores del FMV. El análisis estadístico por sitio (considerando los valores de las tres campañas), arrojó la no existencia de diferencias significativas ( $p=0,981$ ); infiriendo la homogeneidad del nivel de contaminación atmosférica a lo largo y ancho de la ciudad propio de la complejidad de la dinámica atmosférica. Cabe destacar, que el máximo valor de FMV ( $7,1 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30 \text{ días}$ ) corresponde al sitio 12-SS3, el cual se ubica frente a un Molino situado en la periferia de la localidad.

**Tabla 5.11.** Análisis comparativo de las CMT de plaguicidas ( $\mu\text{g/Kg}$ ) por sitio y campaña de muestreo para los suelos y sedimentos de SS

Muestreo	Muestra	CMT ( $\mu\text{g/Kg}$ )	Coocurrencia
SS1	10-Calle urbana	64,5	5
	9-Cancha de fútbol	71,2	4
	2-Sedimento Arroyo	72,7	1
	3--Patio casa	119,4	6
	4-Plaza	135,0	4
	8-Baldío presencia maquinarias	391,6	9
	1-Sedimento Arroyo	490,3	2
	6-Vereda galpón de agroquímicos	494,1	8
	14-Campo convencional	508,7	9
	13-Campo convencional	1541,0	8
	15-Baldío urbano presencia bidones de agrotóxicos	25145,3	5
SS2	4-Plaza	85,7	5
	2-Sedimento Arroyo	163,2	2
	19-Camino rural	220,3	6
	13-Campo convencional	260,8	5
	14-Campo convencional	264,5	4
	10-Calle urbana	296,2	4
	15-Baldío urbano presencia bidones de agrotóxicos	309,2	7
	9-Cancha de fútbol	341,4	5
	20-Cooperativa arrocera	420,2	7
	8-Baldío presencia maquinarias	438,6	8
	1-Sedimento Arroyo	607,9	6
	21-Campo convencional	611,1	6
	6-Vereda galpón de agroquímicos	682,0	7
	23-Baldío urbano fumigado	5454,9	7
	22-Sedimento Arroyo	7987,1	7
	24-Vereda galpón de agroquímicos	12474,9	10
SS3	10-Calle urbana	15,8	3
	14-Campo convencional	40,4	5
	23-Baldío urbano fumigado	41,2	6
	8-Baldío presencia maquinarias	53,0	5
	3-Patio casa	58,4	3
	2-Sedimento Arroyo	73,4	8
	13-Campo convencional	101,7	6
	9-Cancha de fútbol	112,0	7
	4-Plaza	129,9	6
	1-Sedimento Arroyo	154,4	8
	19-Camino rural	164,7	11
	20-Cooperativa arrocera	265,1	8
	24-Vereda galpón de agroquímicos	340,2	7
	21-Campo convencional	772,3	7
	15-Baldío urbano presencia bidones de agrotóxicos	916,0	7



**Figura 5.18.** Flujo Másico Vertical en las muestras de MPS de los tres muestreos de SS. Las letras (ab) ubicadas en la parte superior dan cuenta de los resultados estadísticos (letras iguales indican que las medias no son distintas)



**Figura 5.19.** Flujo Másico Vertical medido en las muestras de MPS, por sitio y muestreo. La línea roja punteada corresponde al valor norma para estándares de calidad de aires establecido por la Ley n° 5.965 de la Provincia de Buenos Aires.



En la [figura 5.20](#) se muestran fotos representativas de la zona alrededor de dicho sitio, en la cuales se observa el alcance del proceso de molienda llevado a cabo en el período de muestreo y que se expresa tanto visualmente como se aprecia en las fotos, como en el elevado valor del FMV medido. Se destaca también, que la vecina de la casa donde se colocó el colector, manifestó múltiples problemas en la piel sin diagnóstico certero (comunicación personal). En el [ANEXO I](#) se deja plasmado una narración escrita por la autora de la presente Tesis, como parte del proceso creativo luego de la experiencia vivida en el marco de este último muestreo realizado.

Los FMV medidos fueron comparados con límites legalmente permitidos. A pesar de no hallar legislación provincial de Entre Ríos, se procedió a comparar con el valor norma para estándares de calidad de aire establecido por la Ley n° 5.965 de la Provincia de Buenos Aires, reglamentada por el Decreto 1074/18. En la misma, se establece que el FMV no debe superar el valor de 1 mg/cm<sup>2</sup>.30 días. De la comparación emerge que el 80% de las determinaciones superaron dicho límite, y a su vez las 3 muestras dentro de la norma exhibieron valores de 0,9 y 1 mg/cm<sup>2</sup>.30 días. En relación a la concentración de plaguicidas en las muestras de MPS<sub>total</sub> en la [tabla 5.12](#) se condensan y detallan los resultados correspondientes a los 3 muestreos. De la tabla se desprende que todas las muestras presentaron al menos 1 plaguicida, siendo la coocurrencia máxima igual a 5 para los sitios 16 y 18 de SS2. Con respecto a los plaguicidas se detectaron 9 activos diferentes. Para el primer y segundo muestreo fueron los herbicidas los que exhibieron las mayores concentraciones, y por su parte en el tercer muestreo perteneciente a la época estival se detectó el insecticida Bifentrin en mayor concentración en 4 de los 5 sitios. En relación a este último, es de destacar un informe del INTA Paraná, el cual lo identifica como el insecticida más utilizado en el cultivo de soja en una la localidad entrerriana de Crespo, dada la mayor resistencia a la degradación por luz y temperaturas ambientales (Kahl, 2015).

El análisis comparativo de concentraciones entre campañas ( $p=0,022$ ) sigue el comportamiento expresado en los valores de FMV ( $SS3 > SS1$ , representado el segundo muestreo una situación intermedia). Esto lleva a inferir el rol de las partículas como sitios activos de sorción atmosférica (Capparelli y otros, 2018), generándose un efecto sinérgico (a mayor cantidad de partículas, mayor concentración de plaguicidas sorbidos en dicha matriz); proceso dependiente de la temperatura y condicionado principalmente por el reparto del plaguicida entre la fase gaseosa y particulada, por el tamaño y concentración de las partículas y la presión de vapor del compuesto (Pankow, 1994).



**Figura 5.20.** Imágenes representativas del sitio 12 de MPS correspondiente a SS3

**Tabla 5.12.** Plaguicidas detectados en las muestras de MPS de SS. Las concentraciones están expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{días}$

Muestreo - Sitio	Atz	Gli	AMPA	Acet	Bif	Clp	Cip	Endo $\alpha$	Tebzol	Nº plag. DET	Nº plag. CUANT.	Plag. con > Conc.
SS1-3	14,9	206,6	< 8	DNC	< 5	< 4	DNC	< 8	< 4	4	2	Glifosato
SS1-5	5,9	< 8	< 8	< 4	< 5	< 4	DNC	< 8	< 4	2	1	Atrazina
SS1-11	< 4	DNC	< 8	< 4	< 5	< 4	DNC	< 8	< 4	2	0	-
SS1-12	DNC	< 8	< 8	< 4	< 5	< 4	< 4	< 8	< 4	1	0	-
SS1-16	< 4	DNC	< 8	< 4	< 5	< 4	DNC	< 8	< 4	2	0	-
SS1-18	4,3	399,4	< 8	< 4	< 5	DNC	4,3	< 8	< 4	4	3	Glifosato
SS2-3	< 4	298,7	1452,9	< 4	< 5	< 4	DNC	< 8	< 4	3	2	AMPA
SS2-12	DNC	203,8	1324,4	< 4	< 5	< 4	DNC	< 8	< 4	4	2	AMPA
SS2-16	DNC	267,8	1423,5	10,6	< 5	< 4	DNC	< 8	< 4	5	3	AMPA
SS2-18	DNC	85,1	957,0	< 4	< 5	< 4	25,5	< 8	DNC	5	3	AMPA
SS3-5	21,6	< 8	< 8	< 4	< 5	5,0	< 4	9,6	< 4	3	3	Atrazina
SS3-11	DNC	< 8	< 8	< 4	647,2	< 4	< 4	< 8	< 4	2	1	Bifentrin
SS3-12	DNC	108,7	< 8	< 4	268,6	< 4	< 4	< 8	< 4	3	2	Bifentrin
SS3-16	DNC	< 8	< 8	< 4	381,6	< 4	< 4	31,0	< 4	3	2	Bifentrin
SS3-18	< 10	85,2	< 8	< 4	97,3	< 4	< 4	157,8	< 4	3	3	Bifentrin

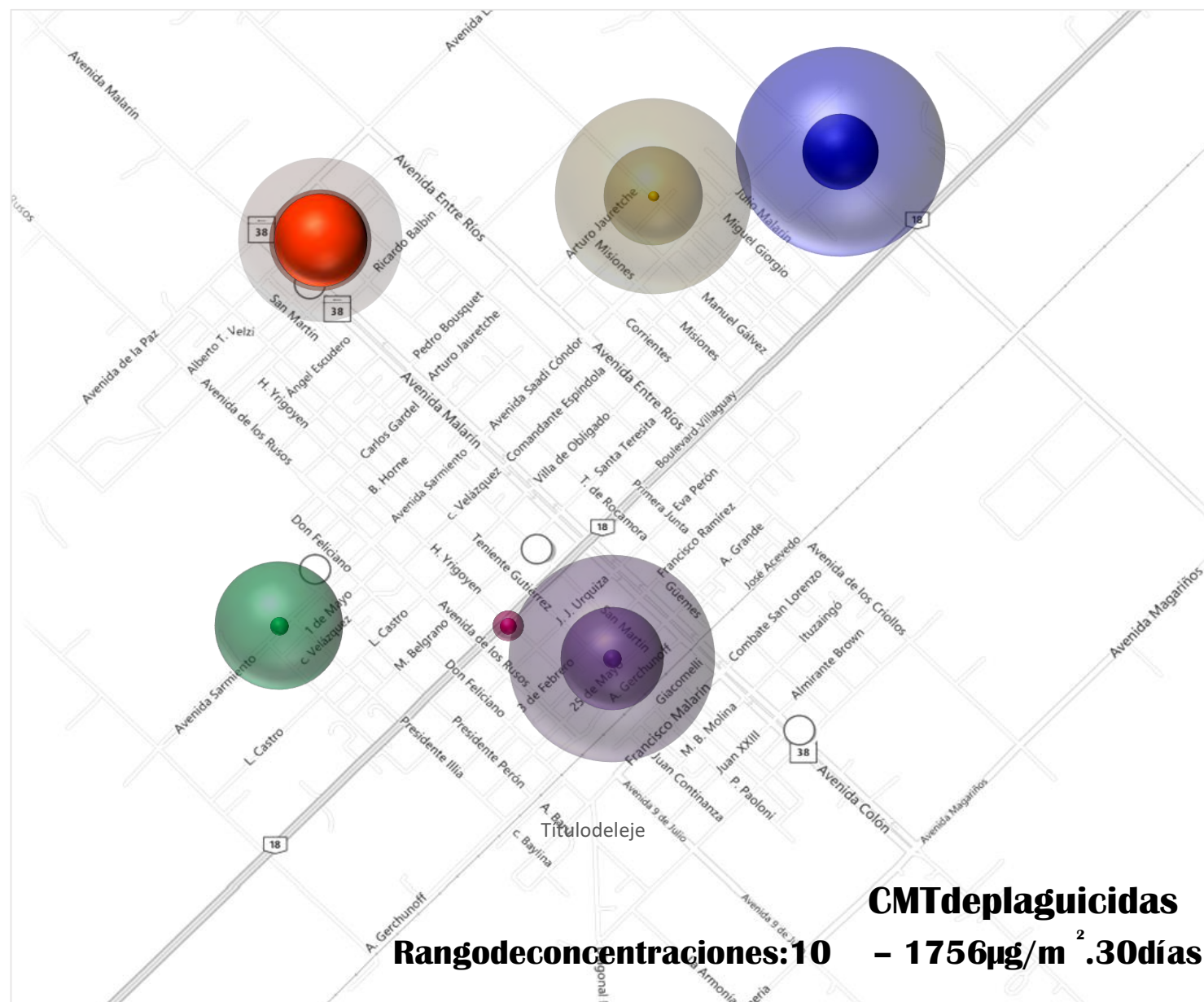
Atz: Atrazina; Gli: Glifosato; Acet: Acetoclor; Bif: Bifentrin; Clp: Clorpirifos; Cip: Cipermetrina; Endo: Endosulfan.; Tebzol: Tebuconazol. DET: detectados; CUANT: cuantificados. La diferencia entre detectados y cuantificados, se corresponde a plaguicidas en la categoría DNC

Por su parte, la comparación entre sitios (por muestreo y considerando las concentraciones de las tres campañas) no presentaron diferencias significativas al igual que el FMV. En la [figura 5.21](#) se representaron las CMT en el MPS de los sitios muestreados a través de un gráfico de burbujas en el mapa de la ciudad, para poder observar la distribución espacial de los plaguicidas en SS ya que el diámetro de la burbuja está en relación proporcional con la concentración.

Para finalizar con los resultados de los muestreos ambientales, se presentan los correspondientes al **Material Particulado inhalable (MP<sub>10</sub>)** de SS3. En la [figura 5.22](#) se resume la información en un gráfico combinado, en el cual se muestran las concentraciones de MP<sub>10</sub> y la CMT de plaguicidas asociada al mismo, por sitio de muestreo (12, 25, 26, 27); ambas variables expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (masa de partículas y plaguicidas referida al aire muestreado). En relación al MP<sub>10</sub>, se puede observar una tendencia por sitio  $12 > 26 > 27 = 25$ , siendo el sitio 12 el presentado en la figura anterior, y resultando comparativamente el de mayor contaminación por partículas (tanto sedimentables como inhalables).

Los valores de MP<sub>10</sub> obtenidos fueron comparados con la legislación de la Prov. de Buenos Aires (Ley n° 5.965, Decreto 1074/18; límite  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 hs), quedando todos los sitios por dentro de la norma.

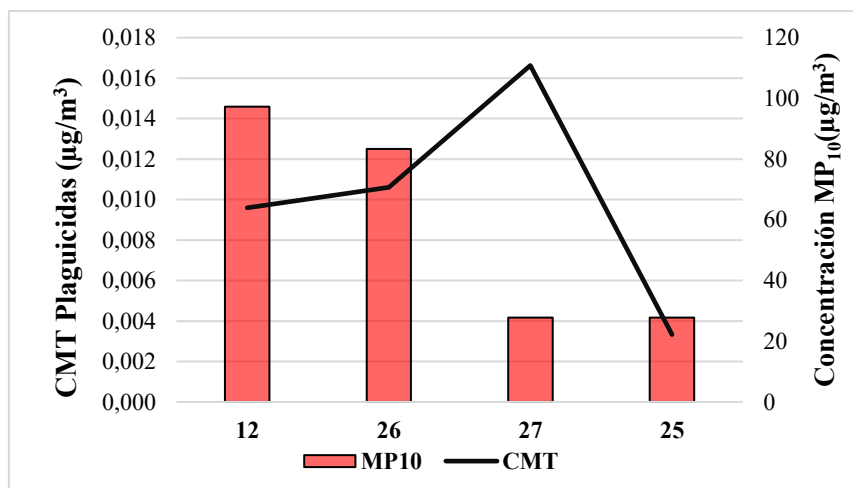




## REFERENCIAS Sitio-muestreo

3-SS1
3-SS2
5-SS1
5-SS3
11-SS1
11-SS3
12-SS1
12-SS3
12-SS2
16-SS1
16-SS3
16-SS2
18-SS1
18-SS3
18-SS2

**Figura 5.21** Distribución espacial de las CMT de plaguicidas ( $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30 \text{ días}$ ) del  $\text{MPS}_{\text{total}}$  detectadas en las muestras de las tres campañas realizadas en SS. Por sitio de muestreo se graficó con el color más intenso la concentración comparativamente menor, para poder apreciar todos los valores en simultáneo



**Figura 5.22** Concentración del MP<sub>10</sub> y la CMT de plaguicidas asociada por sitio de muestreo de SS3

En relación a la presencia de plaguicidas en esta matriz, se detectaron Glifosato, AMPA, Atrazina, Bifentrin y Epoxiconazol, resultando el perfil de compuestos equivalente al medido en los MPS de la misma campaña. Son de destacar las CMT cuantificadas en el sitio 27-MP<sub>10</sub> (y en el 16-MPS), ambos ubicados en el centro de la ciudad y en las inmediaciones de la Cooperativa arrocera (figura 5.23). Las concentraciones de plaguicidas fueron comparadas con la exigua información reportada nacional e internacionalmente. A los fines de simplificar el análisis se presentan los resultados de Glifosato, AMPA y Bifentrin (plaguicidas para los cuales se encontraron concentraciones en MP<sub>10</sub>) en las 4 muestras analizadas (tabla 5.13). En Hart y otros (2012) realizaron un estudio de presencia de plaguicidas en MP<sub>10</sub> de zonas rurales de la ciudad de Valencia (España), detectándose Bifentrin en un promedio de 0,018 ng/m<sup>3</sup>, tres órdenes de magnitud menores a las concentraciones de los sitios 26 y 27 de SS3. Es de destacar un trabajo recién publicado (Ramírez Haberkon y otros, 2021a), el cual es el primero que evalúa la presencia de Glifosato y AMPA en MP<sub>10</sub> en Argentina. En el mismo se midieron dichos contaminantes tanto del particulado emitido de suelos agrícolas como de caminos no pavimentados, ubicados dentro y fuera de los campos de cultivo; detectándose ambos analitos en el particulado de todos los sistemas evaluados. El rango de las concentraciones de Glifosato fue de 39-639 µg/Kg, resultando el valor máximo coincidente con el mínimo del presente trabajo. Por su parte el AMPA exhibió mayores concentraciones (98 - 7228 µg/Kg), siendo la máxima del orden de la detectada para SS. Cabe remarcar que los niveles encontrados de ambos agrotóxicos en todos los sistemas estudiados en dicha investigación fueron más altos que en los suelos respectivos, determinando un aumento del riesgo ambiental cuando se producen eventos

de erosión eólica en la agricultura (Ramírez y otros, 2021b) y denotando la relevancia de la presencia de plaguicidas en esta matriz de estudio.



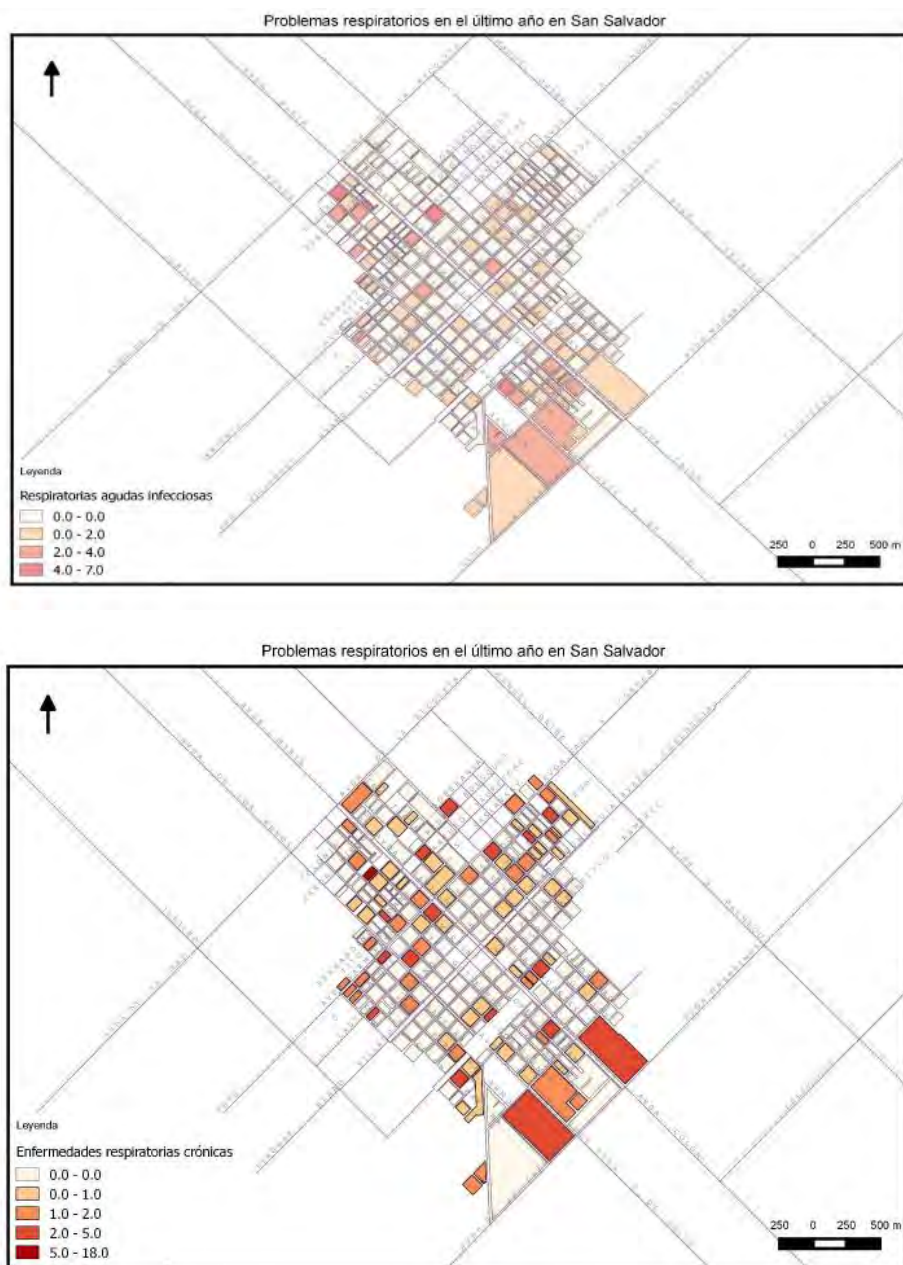
**Figura 5.23.** Fotos representativas del sitio de muestreo 27-MP<sub>10</sub>-SS3 (abajo) y sitio 16-MPS (arriba). *En recuadro rojo se muestra la ubicación de la Cooperativa arrocera*

**Tabla 5.13.** Concentraciones de plaguicidas en el MP<sub>10</sub>. *Las mismas se expresaron en  $\mu\text{g/Kg}$  y  $\mu\text{g/m}^3$  (masa de plaguicidas referida al peso del particulado y volumen del aire muestreado respectivamente)*

Muestreo - Sitio	$(\mu\text{g/Kg})$			$(\mu\text{g/m}^3)$
	Glifosato	AMPA	Bifentrin	
SS3-12	643	< LD	< LD	< LD
SS3-25	10150	3750	< LD	< LD
SS3-26	700	< LD	77606	0,006
SS3-27	< LD	< LD	461289	0,013

Para finalizar, los valores de FMV, así como las concentraciones de plaguicidas en el MPS y MP<sub>10</sub> detectados de manera generalizada y uniforme a lo largo y ancho de la localidad, llevan a inferir el alto nivel de contaminación atmosférica de la ciudad de SS. A su vez, tanto la percepción de los vecinos en relación a la problemática de los agrotóxicos y el polvillo relevado en el censo sociosanitario, y las enfermedades prevalentes vinculadas al sistema respiratorio, se condicen con los resultados de los muestreos ambientales. A modo de ejemplo en la [figura](#)

5.24 se presentan dos de los mapas generados en el marco del relevamiento, que muestran la distribución geo-espacial de la frecuencia de dos subgrupos de enfermedades respiratorias que resultaron frecuentes como son las agudas infecciosas y las enfermedades respiratorias crónicas (todos los mapas y gráficos, se encuentran disponibles en el informe completo que se hizo referencia anteriormente).



**Figura 5.24.** Distribución geo-espacial de los problemas respiratorios infecciosos (arriba) y enfermedades respiratorias crónicas, en el último año (abajo) en la localidad de SS. *Material elaborado en el marco del relevamiento sociosanitario de SS, por el grupo del ISSA-UNR UNR en colaboración con el Área Ecología del Instituto del Conurbano de la UNGS*

**El análisis conjunto de los datos del relevamiento sociosanitario y los muestreos ambientales** ayuda a entender el contexto social que movilizó a la comunidad de SS (ISSA, 2016), y al igual que MM evidencia tanto la importancia como la necesidad de la construcción interdisciplinaria del conocimiento en contextos como los aquí evaluados. La experiencia de SS resulta también una expresión clara de que el estado individual de salud, es una construcción compleja y multidimensional subsumido por los procesos económicos, políticos y culturales de la sociedad (Breilh, 2004). Es decir, como afirma la corriente de Salud Colectiva los modos en que se transforma la naturaleza condicionan la salud comunitaria, configurándose de esta manera los perfiles epidemiológicos de las poblaciones (Laurell, 1982).



## Cronología del conflicto

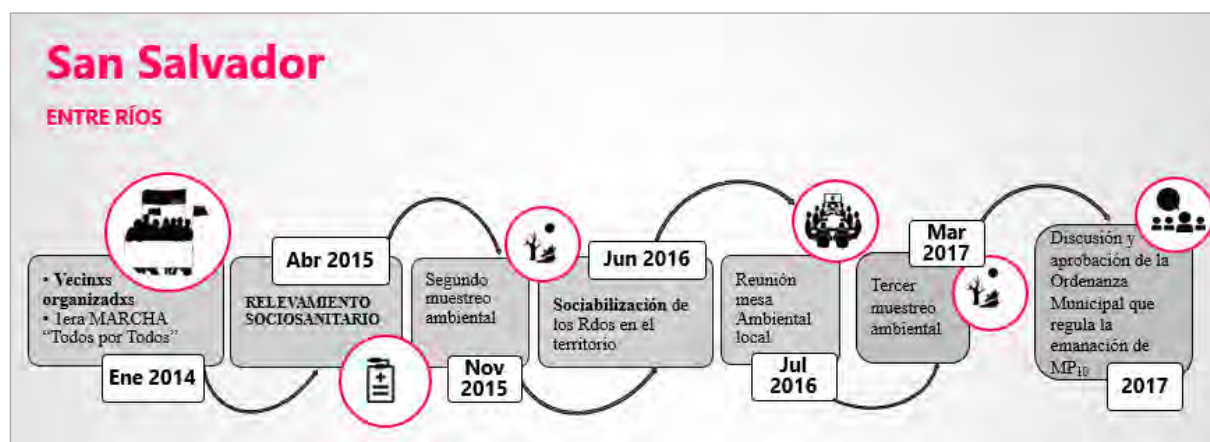
En el presente apartado se realiza un resumen de las diversas acciones y acontecimientos que fueron marcando el proceso del conflicto en la localidad entrerriana de San Salvador.

A inicios del 2014, una vecina preocupada, una enfermera y su hija se juntaron a charlar sobre lo “anormal que les parecía todo lo que vivían en el pueblo”. Ese fue el comienzo de la organización de un grupo de vecinos agrupados bajo el lema “Todos por Todos”, quienes alertados por el número de personas afectadas por enfermedades graves y su relación tanto por el uso de agrotóxicos, como por la contaminación atmosférica de la localidad, impulsaron en enero del 2014 una multitudinaria marcha (la primera de muchas), solicitando a las autoridades un relevamiento sanitario en el pueblo ([figura 5.25](#)).



**Figura 5.25.** Marcha impulsada por vecinos/as autoconvocados/as en San Salvador en enero del 2014

Ese mismo año, el Dr. Medardo Ávila Vázquez, integrante de la Red Universitaria de Ambiente y Salud - Médicos fumigados, visitó San Salvador convocado por los vecinos los cuales organizaron una charla informativa sobre los efectos de los agrotóxicos en la salud. El médico luego de recorrer la localidad alertó que *“es uno de los pueblos en situación más crítica de los que hemos ido visitando en los últimos años”* (Méndez, 2014). Luego de más de un año de persistencia en la demanda vecinal, se concretó en abril del 2015 el relevamiento sociosanitario en coordinación con el Municipio y la participación de dos Universidades Públicas. En noviembre del mismo año se llevó a cabo el segundo muestreo ambiental y en junio del 2016 se entregaron al Municipio los informes completos de los 2 grupos de trabajo (UNLP-UNR) y se organizó una instancia pública de sociabilización de la información en el Cine Municipal de la propia Comunidad. En julio de 2016 el Departamento Ejecutivo municipal convocó a los integrantes de la Mesa Ambiental local con el motivo de hacer entrega de las copias de los informes. En marzo y abril del 2017 se llevó a cabo el tercer muestreo ambiental y se participó de instancias de divulgación en los medios locales (radio y TV). Durante ese mismo año, se elevó y aprobó en el Concejo Deliberante un Proyecto de Ordenanza que tuvo como finalidad controlar la emanación de material particulado - polvillo- de arroz (orientado principalmente a disminuir las emisiones de MP<sub>10</sub>). En la [figura 5.26](#) se sintetiza en un esquema la cronología recién descrita. Por otro lado, en la [figura 5.27](#) se muestran recortes de noticias periodísticas las cuales representan la repercusión a través de los medios de comunicación locales y nacionales de los distintos acontecimientos vivenciados en SS, denotando esto, la visibilidad pública propia de los conflictos socioambientales (Merlinsky y otros, 2018)



**Figura 5.26** Esquema de la cronología del conflicto socioambiental en la localidad de SS desde el 2014 hasta el año 2017





**Figura 5.27.** Principales repercusiones en los medios de comunicación locales y nacionales de los acontecimientos descritos en SS entre 2014-2017

Por otro lado, se seleccionaron algunas expresiones de los [testimonios de los vecinos de SS](#), documentados por M. Méndez en abril del 2015, que dan cuenta de la problemática ambiental del pueblo:

*“Vos venís entrando a la ciudad y es toda una nube blanca, es todo el polvillo de los molinos”; “No se puede colgar una ropa, te la ponés en el cuerpo y te pica”*

Los impactos en la salud y las experiencias de vida:

*“Yo ahora tengo cáncer de próstata y vivo lindante a un depósito de agroquímicos ... el olor se siente siempre. Además, a 50 metros se lavaba el mosquito”*

Los reclamos y el conflicto entre vecinos:

*“Yo no quiero culpar al productor ni a nadie, Queremos saber por qué estamos así nosotros, ¿qué es lo que pasa acá?”; “Es feo, choca porque somos vecinos y nos criamos juntos. No es contra el vecino es a favor de nuestra vida”*

Su realidad:

*“No queremos sembrar pánico, la realidad lo demuestra con los hechos... La prueba está en que la gente está enferma o falleció”*

Y sus luchas:

*“Que tomen más conciencia que hagan algo para prevenir porque uno piensa en el futuro de los hijos y los nietos. Si hay algo hay que pararlo”; “La lucha está clara, nosotros no vamos contra nadie, y no somos quiénes... somos los afectados”*

Dichos testimonios tienen como objetivo evidenciar la conflictividad atravesada en la localidad, recuperando las voces de los vecinos, protagonistas del caso de estudio.

Para continuar y en la búsqueda de caracterizar los acontecimientos luego del año 2017 o eventos posteriores, es de destacar una noticia de marzo del 2018 (dentro de la dinámica y los ciclos propios de los conflictos se pueden identificar eventos directamente referidos al proceso

bajo estudio, aquellos eventos que no siendo parte del episodio tuvieron una influencia significativa en él o se vieron influidos por éste - eventos anteriores - y aquellos que fueron influidos por el episodio pero ocurrieron después de que éste tuvo lugar - eventos posteriores - (Abbot, 2001). En la nota periodística un concejal de la localidad realizó una alocución relacionada al reclamo que siguen realizando vecinos de la localidad, expresa la continuidad del padecimiento del constate polvillo y aclara que *[la ordenanza sancionada en el 2017 es la primera etapa del proceso que se necesita para mejorar el medio ambiente. Sabemos que todos quisiéramos no contar con el polvillo en nuestro aire, pero somos conscientes que demandará su tiempo]* El Concejal finaliza *[...apoyamos el desarrollo y crecimiento de la Industria arroceras como principal fuente de trabajo e ingreso económico para los sansalvadoreños, directa o indirectamente todos dependemos de estas industrias, pero llamamos a la reflexión para que cada uno desde su responsabilidad y servicio realice el aporte necesario al medio ambiente, desarrollando su actividad comercial pero no a cualquier precio]* (Multimedios Gráficos La semana, 2018). Como parte la búsqueda de estos eventos posteriores se incluye el testimonio actual de una vecina del pueblo la cual expresa *[...La ciudad sigue exactamente igual...es más los Molinos y cooperativas arroceras se siguen expandiendo en la periferia y dentro de la ciudad]*. A pesar de la impotencia y frustración percibida, la misma termina compartiendo *[me pone contenta saber que se formó un foro ecológico de niños, se llama “Si” aprendiendo a sembrar natural ... es un paso porque va a haber muchos chicos que van a aprender que existe una manera diferente”]* (comunicación personal, 2021).

Todo lo expuesto en el presente apartado da cuenta de la complejidad de la problemática, la situación sociosanitaria y ambiental de la localidad, los intereses económicos y políticos en juego y la dinámica del conflicto hasta la actualidad; construyéndose San Salvador como un espacio político, donde se generaron ámbitos de cooperación, competencia y conflicto entre las instituciones y los actores sociales involucrados (Merlinsky y otros, 2018).

## **5B.3 CASO VILLA SAN JOSÉ, SANTA FÉ: abordaje desde la transición agroecológica**

---

### **Antecedentes, inicio del conflicto y demanda social**

Así como lo descripto para las Provincias de Córdoba y Entre Ríos, en numerosas poblaciones de Santa Fé, los conflictos socioambientales que se generaron en la última década tuvieron como eje fundamental las aplicaciones de agrotóxicos, principalmente en los campos que se encuentran en los bordes de las mismas (Aradas y Carrancio, 2010). Particularmente en la comuna santafesina de Villa San José en el año 2013 comenzaron a generarse conflictos sociales entre vecinos y productores agropecuarios a través de quejas y denuncias vecinales, por aplicaciones de agrotóxicos realizadas sobre el pueblo pese a la existencia desde el año 2009 de la ordenanza regulatoria n°238. Ante la persistencia del conflicto y la demanda de la población, la Cooperativa agropecuaria local, agentes de desarrollo del INTA y la Comuna comenzaron a trabajar de forma simultánea en capacitación a productores y en una nueva normativa, la cual fue finalmente sancionada en abril del 2014 (ordenanza n°304) (Giordano y otros, 2017). Este proceso derivó en un trabajo conjunto entre la comuna, investigadores y extensionistas de la Estación, Experimental del INTA Rafaela e IPAF, productores y técnicos de la Cooperativa Villa San José, docentes y estudiantes de la Escuela y el Centro de Investigaciones del Medio Ambiente de la UNLP ([figura 5.28](#)) (Pérez y otros, 2015).

### **Transformaciones en los Bordes Urbano-Rurales (BUR): Trabajo colectivo**

Previo a describir la metodología y resultados relevantes llevados a cabo en VSJ, se presentan de manera sintética las principales características de las ordenanzas recién mencionadas de acuerdo al trabajo publicado por Giordano y otros (2017).

Ordenanza n°238/2009: prohíbe el uso de agroquímicos a una distancia de 1500 metros del área urbana sin la expresa autorización de la Comuna local. Si bien era altamente restrictiva, dejaba abierta la posibilidad de autorizar el uso de cualquier producto con el requisito de realizar la solicitud a la Comuna de forma escrita y adjuntando la correspondiente receta agronómica con una antelación de cuarenta y ocho horas a la aplicación.

Ordenanza n°304/2014: normativa más flexible que la anterior, prohíbe el uso de cualquier agroquímico (excepto los de origen biológico) en terrenos ubicados a distancias menores de 100 metros del límite del área urbana y de los productos banda roja en todo el distrito ([figura 5.29](#)). Prohíbe las aplicaciones aéreas a menos de 1500 metros, autorizando hasta los 3000 metros sólo productos banda verde y azul. En cuanto a las pulverizaciones con equipos



terrestres, restringe el uso de banda amarilla a menos de 1000m. Prohíbe también la circulación y permanencia de equipos de pulverización en el ámbito urbano.



**Figura 5.28.** Imágenes del equipo de trabajo conformado en VSJ



**Figura 5.29.** Imagen satelital de VSJ con el límite de 100m del área urbana

#### Abordaje integral: actividades realizadas

El trabajo completo llevado a cabo en VSJ consistió en:

1. Experiencias de innovación con Productores agropecuarios

2. Relevamiento cualitativo de la percepción de la población respecto al uso de agrotóxicos y a las ordenanzas de regulación de los mismos
3. Relevamiento ambiental caracterizado por el estudio de niveles de concentración de plaguicidas en muestras ambientales llevado a cabo en el marco de la presente tesis

### *Experiencia de innovación con Productores agropecuarios*

El trabajo en coordinación con los productores, tuvo como objetivo generar alternativas agroecológicas viables y reconocer dispositivos favorecedores de la transición a través de procesos de construcción conjunta de conocimiento (Pérez y otros, 2015). El mismo consistió en una serie de acciones que se detallan en dicho trabajo y que se enumeran a continuación:

- ensayos de especies forrajeras alternativas en campos de productores del BUR
- indagación de prácticas históricas vinculadas con las formas de producir y manejar los sistemas lecheros
- implementación de estrategias de comunicación de los procesos emprendidos
- implementación de espacios de capacitación sobre aspectos relevantes del manejo desde el paradigma de la transición agroecológica
- formación de un grupo de Cambio Rural con productores en "transición agroecológica"

Todas estas acciones se llevaron a cabo como una estrategia de acompañamiento de parte del INTA a los productores partícipes de situaciones que requerían cambios en sus formas de producción, a raíz de los conflictos y debates en torno a las ordenanzas sobre el uso de agrotóxicos en VSJ. En este sentido se puede apreciar cómo la prohibición de las fumigaciones habilitó el abordaje de la sustentabilidad en la búsqueda de herramientas que permitan la transición de un modelo de producción localmente conflictivo a uno agroecológico. Dichas herramientas involucran la selección de tecnologías capaces de reducir riesgos y optimizar el uso de los recursos, con el objetivo de alcanzar sistemas agrícolas con niveles de productividad estables que no afecten negativamente el equilibrio ecológico-ambiental; a esto refiere el proceso de transición agroecológica (Caporal y Costabeber, 2011) en el que se enmarca la experiencia aquí planteada. Cabe mencionar en este punto, que son varios los pueblos y comunas que han prohibido el uso de agroquímicos en cercanías de sus poblaciones, a la vez que promueven una «otra agricultura», basado en los preceptos de la agroecología y la soberanía alimentaria (Barri, 2010).



### *Relevamiento cualitativo de opinión de los actores sociales*

Con el objetivo de analizar si la ordenanza n°304/2014 resultó ser un dispositivo adecuado en el marco del conflicto generado en el periurbano de VSJ, el equipo de trabajo conformado en el territorio llevó a cabo un estudio cualitativo a partir del relevamiento de la opinión de los actores sociales. Para esto se realizaron entrevistas semiestructuradas a vecinos, al jefe comunal, miembros de la comunidad educativa, un aplicador de agroquímicos de la localidad, un acopiador y vendedor de insumos agropecuarios, a profesionales técnicos (del INTA, privados, de la Cooperativa Villa San José) y a productores periurbanos y de la zona rural. En Giordano y otros (2017) se detalla el trabajo realizado donde se exponen varias citas de los testimonios recogidos, los cuales (al igual que en MM y SS) se recomiendan leer para una mayor inmersión en el escenario de conflicto aquí estudiado. Del relevamiento realizado y en relación a la normativa actualizada en el 2014, se pudo apreciar que las autoridades comunales entendieron que podían resolver el foco de conflictividad social que estaba presente en el territorio, sin embargo, la visión respecto al funcionamiento de esta nueva ordenanza no resultó compartida por todos. Los principales motivos por los cuales la misma siguió sin cumplirse en su totalidad fueron:

- falta de participación de actores que deberían haber estado en el proceso (ni los productores ni los pobladores tuvieron participación en las decisiones sobre el contenido e implementación)
- falta de organismos claros de control o personal para realizarlo, por carencia de recursos económicos (no se desarrolló un sistema de control que garantizara o mejorara las condiciones para el cumplimiento de la ordenanza; el escaso control siempre corrió por cuenta de denuncias de los vecinos)
- falta de alternativas de manejo de los cultivos (en ese sentido se fueron generando las acciones descriptas en el apartado anterior, lo que permitió a los productores visualizar que el uso de agroquímicos muchas veces no era necesario)

Del análisis de las entrevistas se pudo identificar que “la Comuna intentó cerrar la discusión sobre la contaminación por el uso de agroquímicos y la salud de los pobladores, alegando que cumpliendo esa normativa no habría riesgos socioambientales”, lo que llevó a inferir que la alianza socio-técnica generada por los promotores de la ordenanza no resultó suficiente para terminar con los conflictos por el uso de agroquímicos. Esto lleva a reflexionar también sobre la necesidad que para “cerrar” una controversia tecnológica se requiere que los grupos sociales relevantes la “vean” resuelta (Pinch y Bijker, 2008).

### *Muestreos ambientales (objetivo de la tesis)*

Se realizaron tres muestreos incluyendo distintas estaciones del año para evaluar posibles diferencias entre las mismas y tener un panorama más completo y una mejor caracterización de la zona de estudio. El primero fue realizado en primavera, entre el 26 y 28 de noviembre del 2014 y se tomaron muestras en 3 sitios tanto en la periferia, como en el centro y en una zona alejada del pueblo. El segundo monitoreo se realizó durante el otoño los días 5 y 6 del mes de mayo del 2015, en el cual se agregaron 2 sitios de muestreo, sumando un total de 5 puntos. El tercer muestreo fue llevado a cabo en época estival entre el 22 y 23 de febrero del 2017. Considerando VSJ1, VSJ2 y VSJ3 se muestrearon un total de 5 sitios y tomaron 4 muestras de agua de red de distribución Municipal, 2 de pozo, y 5 consideradas anteriormente en la categoría de superficiales (por encontrarse a la intemperie) correspondiendo 3 a bebedero de vacas y 2 al tanque de un molino, 14 muestras de suelo (uso rural, mixto y urbano), y 9 de MPS. En la [figura 5.30](#) se muestra la totalidad de los sitios muestreados, las matrices que se tomaron en cada punto de muestreo y la localización geográfica de los mismos.

Los muestreos en este escenario de estudio, tuvieron como eje poder contribuir al debate sobre el modelo agrícola hegemónico y la factibilidad de producir con técnicas agroecológicas. A diferencia de MM y SS no se coordinó con un colectivo de vecinos organizados, sino que la incorporación al equipo de trabajo fue motorizada por técnicos del INTA que ya venían trabajando en el territorio junto con actores de la comuna y principalmente con productores agropecuarios. En esta instancia no se realizaron talleres de mapeo colectivo, pero tanto la selección de los sitios de muestreo, como la recolección, conservación y envío de las muestras al laboratorio fue coordinada con miembros colaboradores de la comuna y actores locales del INTA, de manera de lograr una metodología participativa por medio de instrumentos técnicos y vivenciales.

Con respecto a los criterios de la selección de los sitios de muestreo cabe aclarar que:

- El sitio 1 correspondiente a un campo ubicado en el BUR, contiene una parcela en transición agroecológica, por lo que se decidió tomar muestras de suelo de la misma para evaluar el impacto diferencial con un suelo de un campo de producción convencional (sitio 3). Ambos productores formaron parte del grupo de trabajo.



**VSJ comuna**



## REFERENCIAS

### Sitios de muestreo y matrices ambientales

1. Campo en transición agroecológica – Casa Vecino
2. Escuela Rural n°1302
3. Campo convencional
- 4<sup>2y3</sup>. Plaza de la Comuna
- 5<sup>2y3</sup>. Cooperativa “LDA San José”



**Agua**

**Suelo**

**MPS**

**Figura 5.30.** Ubicación geográfica y matrices muestreadas de los sitios de muestreo. *Los superíndices 1, 2 y 3 corresponden a muestras tomadas en el 1er, 2do y/o 3er muestreo respectivamente. Sin superíndice a aquellos muestreados en todas las fechas.*

En dichos sitios se decidió tomar muestras de agua y MPS. En la casa del campo en transición se recolectaron muestras de agua de red, pozo y bebedero de animales y se colocó un colector sedimentable. En el sitio 3 considerado de alta influencia agrícola se tomó muestra de agua del tanque del molino y de MPS.

- Los sitios 2 y 4 (plaza principal y escuela rural de la comuna) se incorporaron por considerarse espacios públicos de relevancia.

- El sitio 5 correspondiente a la Cooperativa tampera “LDA San José”, se ubica en la periferia de la ciudad y se tomaron muestras de suelo por considerarse un espacio de uso mixto.

➤ Resultados muestreos ambientales VSJ1, VSJ2 y VSJ3

En relación a las **muestras de agua (red, pozo y superficial)**, siguiendo la estructura ya planteada en los casos de estudio anteriores, se presentan las CMT correspondientes a las 11 muestras junto con el número de plaguicidas detectados, cuantificados y el de mayor concentración (tabla 5.14), y el resumen de la información descriptiva de los resultados correspondientes a dichas aguas, diferenciando entre campañas de muestreo y familia de plaguicidas (tabla 5.15). En relación a aguas de distribución de red Municipal, de acuerdo a los parámetros generales de calidad medidos y los plaguicidas analizados, se pudo identificar que cumplen con las normativas del recurso para consumo humano (Ente Regulador de Servicios Sanitarios de la Provincia de Santa Fe; Anexo A, Ley 11.220 y Código Alimentario Argentino; Artículo 982). Sin embargo, son de destacar los plaguicidas detectados en los mismos (Clorpirifos, Cipermetrina, Epoxiconazol y Endosulfan) siendo las concentraciones de estos últimos en dos de las muestras (2-VSJ1 y 1-VSJ3) mayores a 0,1 µg/L, límite especificado por la UE en base al principio precautorio como ya se discutió. Esto se tradujo también que dichas muestras superaran las CMT de las aguas superficiales. Si se considera la totalidad de las muestras analizadas, el 91% presentó al menos 1 plaguicida, siendo la coocurrencia máxima de 4, exhibida en las aguas de pozo. Con respecto a las muestras de los bebederos de animales, las mayores concentraciones las presentaron Epoxiconazol y Cipermetrina en el primer y segundo muestreo respectivamente. Dubny y otros (2018) realizaron un estudio en la Región Pampeana los cuales aplicaron un modelo de la USEPA para evaluar el riesgo sanitario en bovinos expuestos a plaguicidas a través del consumo de agua. En el mismo resaltan que la calidad de las aguas superficiales y subterráneas es un aspecto importante en la producción animal para asegurar una buena salud y productividad, sin embargo, es un aspecto que suele ser ignorado.

**Tabla 5.14.** Carga másica total de plaguicidas (µg/L) en las muestras de agua del agua del primer, segundo y tercer muestreo de VSJ

Sitio	Tipo de Agua	VSJ 1				VSJ 2				VSJ 3			
		Nº P detect.	Nº P. cuant.	CMT	P con > Conc.	Nº P detect.	Nº P. cuant.	CMT	P con > Conc.	Nº P detect.	Nº P. cuant.	CMT	P con > Conc.
1-VSJ	Red-Distrib. municipal	2	2	0,022	Epoxiconazol	1	1	0,015	Cipermetrina	3	3	<b>0,342</b>	Endosulfan α
2-VSJ	Red-Distrib. municipal	2	2	<b>0,215</b>	Epoxiconazol	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
1-VSJ	Pozo	4	4	0,091	Cipermetrina	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
3-VSJ	Pozo Molino*	4	4	0,327	Epoxiconazol	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M
1-VSJ	Superficial-Bebedero	3	3	0,028	Epoxiconazol	2	1	0,032	Cipermetrina	0	0	<0,5	-
3-VSJ	Superficial-Tanque molino	S/M	S/M	S/M	S/M	2	1	0,086	Cipermetrina	1	1	0,191	Clorpirifos

Nº P detec. = número de plaguicidas detectados; Nº P cuant. = número de plaguicidas cuantificados; P con > Conc. = plaguicida detectado en mayor concentración; \*pozo que alimenta el tanque del molino; S/M: sin muestrear. La diferencia entre detectados y cuantificados, se corresponde a plaguicidas en la categoría DNC

**Tabla 5.15.** Información descriptiva de los resultados obtenidos en las muestras de agua del primer, segundo y tercer muestreo de SS

		VSJ1	VSJ2	VSJ3
Fecha de muestreo		Noviembre 2014	Mayo 2016	Febrero 2016
Número de muestras de AGUA		5	3	3
Número de plaguicidas analizados		10	38	38
Número de plaguicidas detectados		6	3	4
Plaguicida hallado en mayor frecuencia		Epoxiconazol	Cipermetrina	Endosulfan α y β- Lambdacialotrina y Clorpirifos
Plaguicida hallado en mayor concentración		Epoxiconazol	Cipermetrina	Endosulfan α
Número de I detectados		5	2	4
Insecticidas	Rango de concentraciones halladas	0,006-0,043	0,006-0,036	0,042-0,258
	Concentración Media	0,015	0,021	0,133
Número de H detectados		0	1	0
Herbicidas	Rango de concentraciones halladas	-	0,05	-
	Concentración Media	-	0,05	-
Número de F detectados		1	0	0
Fungicidas	Rango de concentraciones halladas	0,01-,29	-	-
	Concentración Media	0,11	-	-

Las concentraciones de plaguicidas detectadas en dicho trabajo no produjeron riesgo en las vacas, sin embargo, es de destacar que los niveles de, particularmente Cipermetrina cuantificados en la presente Tesis, resultaron ser hasta 3 órdenes de magnitud menor. Como aspecto a considerar tanto los piretroides como los plaguicidas organoclorados no se encuentran entre los compuestos regulados para la calidad de agua de consumo animal, representando la herramienta propuesta por dichos autores, una alternativa para la gestión de la calidad del agua para ganado en ausencia de límites regulatorios específicos.

Por último, las comparaciones estadísticas entre campañas no mostraron diferencias significativas entre las mismas ( $p=0,074$ ) a pesar de observarse que las concentraciones de plaguicidas en la época estival mostraban, en términos generales, concentraciones mayores respecto a los otros muestreos, identificándose a su vez la preponderancia de Insecticidas en todas las campañas.

En relación a los **suelos** en la [tabla 5.16](#) se resume la información descriptiva de los resultados correspondientes a las 14 muestras recolectadas en los tres muestreos. En dichas campañas, las concentraciones de plaguicidas exhibieron la misma tendencia que las aguas, pero no presentaron tampoco diferencias significativas (Kruskal Wallis,  $p=0,126$ ).

**Tabla 5.16.** Información descriptiva de los resultados obtenidos en las muestras de suelos del primer, segundo y tercer muestreo de VSJ

		VSJ1	VSJ2	VSJ3
Fecha de muestreo		Noviembre 2014	Mayo 2016	Febrero 2016
Número de muestras de SUELOS		3	6	5
Número de plaguicidas analizados		8	56	56
Número de plaguicidas detectados		7	9	11
Plaguicida hallado en mayor frecuencia		Glifosato-AMPA- Clorpirifos- Endosulfan ( $\alpha$ y $\beta$ )- Epoconazol	Imidacloprid- Clorpirifos	Imidacloprid
Plaguicida hallado en mayor concentración		Cipermetrina	AMPA	Cipermetrina
Número de I detectados		4	4	5
Insecticidas	Rango de concentraciones halladas	0,3-632,5	0,2-150,1	0,22-15247,3
	Concentración media	85,0	22,8	1428,4
Número de H detectados		2	4	4
Herbicidas	Rango de concentraciones halladas	62,2-625,0	05-911,3	0,01-1344,7
	Concentración media	309,2	168,4	160,0
Número de F detectados		1	1	2
Fungicidas	Rango de concentraciones halladas	4,9-35,6	0,07	0,07-1,1
	Concentración media	21,2	0,07	0,6

Si se exploran las concentraciones por familia de Plaguicidas, se identifica que los  $H = I = F$  (Kruskal  $p=0,176$ ). Al observarse en detalle las frecuencias y concentraciones detectadas se puede identificar que los Herbicidas (Glifosato y AMPA) resultan más relevantes en VSJ1, y los Insecticidas en VSJ3 (particularmente Imidacloprid, Clorpirifos y Cipermetrina). Este perfil de compuestos detectados coincide con lo relevado de uso en el territorio por Giordano y otros (2017); el cual caracterizó al periurbano de VSJ relevando la presencia de tamberos con cadenas forrajeras compuesta por alfalfa, verdeos de invierno (avena) y maíz o sorgo. Los agroquímicos que fueron identificados como los más usados fueron Glifosato, Atrazina, Flumetsulan (para maíz y pasturas), e insecticidas como piretroides para controlar isocas y para pulgones Imidacloprid o Clorpirifos. En la [tabla 5.17](#) se presenta el análisis de las CMT y la coocurrencia de plaguicidas de manera específica para las muestras analizadas en esta localidad, al igual que lo presentado en SS (la clasificación en base a los cuartiles se realizó teniendo en cuenta totalidad de las muestras, pero las mismas fueron ordenadas en la tabla de forma creciente para cada muestreo). A pesar de no hallarse diferencias significativas entre los sitios (resultados que responden a la dispersión de los datos hallados asociados a los múltiples usos del suelo y la variedad de activos detectados como ya se observó en MM y SS), es de destacar particularmente en VSJ2 que la mayor CMT correspondió al suelo de la plaza de la comuna, lamentable tendencia que se repitió en todos los casos de estudio y que se replica en muchos de los pueblos fumigados de la Región pampeana. A su vez, en dicha muestra el AMPA representó el 94% del AM total y el Glifosato casi el 5%, característica propia de los suelos de uso urbano discutida en el apartado específico de la Sección A. Por otro lado, el suelo del patio de la escuela exhibió presencia de mezclas de hasta 6 plaguicidas, pero en concentraciones comparativamente menores que el resto de los sitios. Es importante mencionar en este punto, que dicho patio se encuentra lindero a un campo de cultivo, y durante el transcurso de los muestreos se colocó un paredón de cemento en todo el perímetro. A su vez se pudo observar en los alrededores de la escuela presencia de árboles a modo de barrera forestal resguardando la misma. La investigación sobre el tema indica que las cortinas forestales mitigan la deriva de la pulverización y se ha demostrado que son eficaces para proteger áreas, organismos y cultivos no objetivo (Baker y otros, 2018). Además, los cinturones de árboles plantados pueden reducir el transporte de plaguicidas en partículas de polvo (Zaady y otros, 2018). Sin embargo, la deriva secundaria puede alcanzar grandes distancias a través de la movilización por la atmósfera como ya se discutió previamente. Por último, tanto en VSJ1 como en VSJ3 la mayor CMT se detectó en el suelo del campo convencional, y en los tres muestreos realizados dicho suelo exhibió mayores CMT y coocurrencias que la parcela en transición agroecológica, siendo a su vez la



concentración media total de ambos de 1149 µg/Kg y 66 µg/Kg respectivamente. De esta comparación surge que el suelo más impactado en cuanto a contaminación por agrotóxicos se corresponde al campo asociado con una práctica intensiva de dichos insumos. Estos resultados destacan también la movilidad de los plaguicidas, ya que el establecimiento en transición agroecológica se ve afectado por el entorno donde se utilizan plaguicidas (Bernasconi y otros, 2021).

**Tabla 5.17.** Análisis comparativo de las CMT de plaguicidas (µg/Kg) por sitio y campaña de muestreo para los suelos de VSJ

Muestreo	Muestra	CMT	Coocurrencia	Plaguicida con > Conc.
VSJ1	2-Patio escuela	256,2	6	AMPA
	1-Campo en transición agroecológica	731,2	6	AMPA
	3-Campo convencional	1556,7	7	Cipermetrina
VSJ2	2-Patio escuela	2,1	2	Atrazina
	1-Campo en transición agroecológica	3,2	2	Imidacloprid
	4-Plaza	171,8	4	AMPA
	3-Campo convencional	183,4	4	Lambdacialotrina
	5-Cooperativa tampera	294,3	5	AMPA
	4-Plaza	966,0	4	AMPA
VSJ3	3-Campo en transición agroecológica	57,7	4	Cipermetrina
	2-Patio escuela	90,2	4	AMPA
	4-Plaza	223,4	6	AMPA
	5-Cooperativa tampera	456,1	5	Imidacloprid
	3-Campo convencional	16645,5	5	Cipermetrina

Por último, los resultados del **Material Particulado Sedimentable**, se muestran en la [tabla 5.18](#). Cabe recordar que en estas muestras se estudiaron los 35 plaguicidas Multiresiduo CG (no pudiéndose analizar analitos relevantes como el Glifosato y el AMPA). De la tabla se desprende que el 100% de las muestras analizadas presentaron al menos 1 plaguicida, siendo la coocurrencia máxima igual a 6 para el sitio 3 de VSJ3. Con respecto a las concentraciones detectadas por muestra, se observa que en el segundo muestreo fue Cipermetrina el plaguicida que exhibió mayores concentraciones y en el muestreo estival los fungicidas resultaron relevantes. El análisis estadístico entre las campañas de muestreo indica que no existen diferencias significativas (Wilcoxon,  $p=0,158$ ), al igual que lo evidenciado en MM demostrando una vez más la importancia de la movilidad y transporte atmosférico de los plaguicidas y la ubicuidad de los plaguicidas en dicha matriz ambiental independientemente de la época del año (Coupe y otros, 2000; Alonso y otros, 2018). Teniendo en cuenta dichos

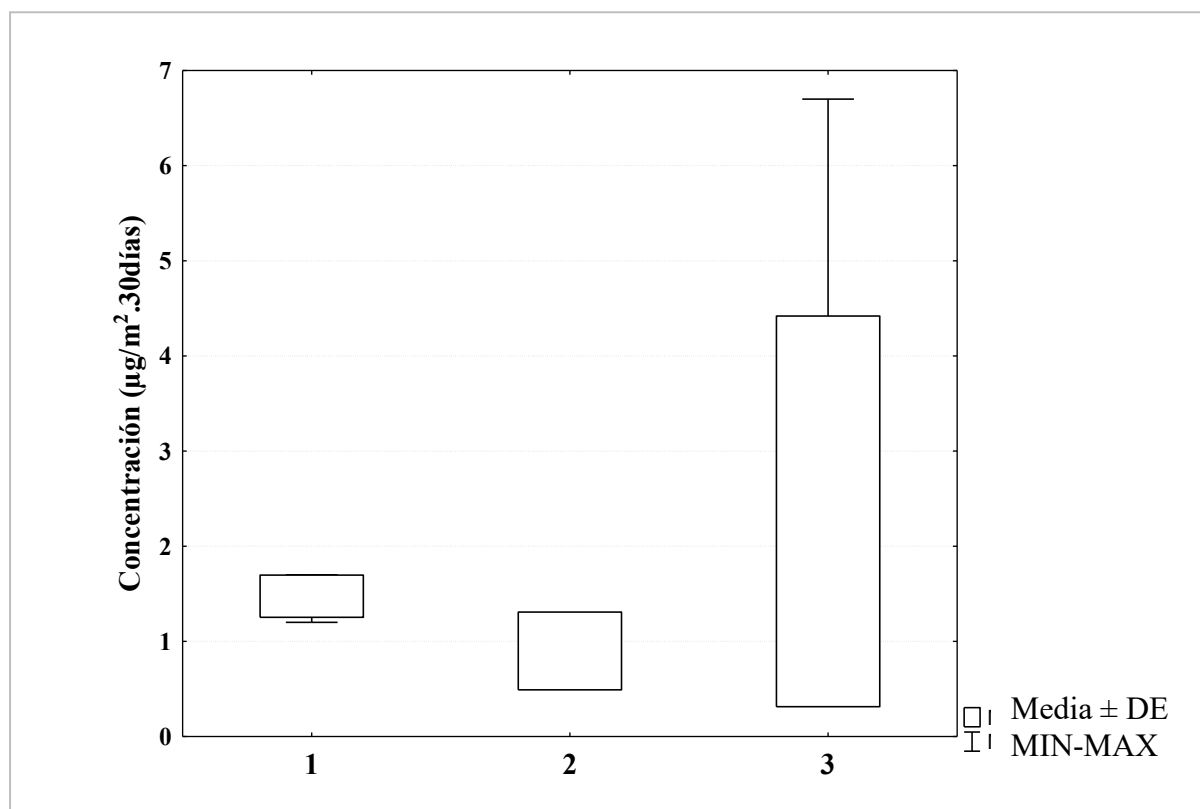


resultados se procedió a unificar las concentraciones de VSJ2 y VSJ3, por sitio de muestreo con el objetivo de contar con un panorama comparativo de los 3 sitios, representadas en un gráfico Box-plot en la [figura 5.31](#), el cual a pesar del gradiente observado no presentó diferencias significativas (Kruskal Wallis,  $p=0,208$ ).

**Tabla 5.18.** Plaguicidas detectados en las muestras de MPS de VSJ. Las concentraciones y CMT están expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{días}$

<i>Muestreo-sitio</i>	<i>Atz</i>	<i>Clp</i>	<i>Endo<sub>a</sub></i>	<i>Cip</i>	<i>Fipro</i>	<i>Epzol</i>	<i>Tebzol</i>	<i>Azox</i>	<i>CMT</i>	<i>Nº P Detec.</i>	<i>Nº P Cuant.</i>	<i>P con &gt; Conc.</i>
<i>VSJ2-1</i>	1,2	1,4	< 0,5	1,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	4,3	3	3	Cipermetrina
<i>VSJ2-2</i>	0,6	< 0,5	< 0,5	1,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,8	2	2	Cipermetrina
<i>VSJ2-3</i>	0,9	0,5	< 0,5	1,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,0	3	3	Cipermetrina
<i>VSJ3-1</i>	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,6	1	1	Fipronil
<i>VSJ3-2</i>	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	DNC	< 0,5	1,3	< 0,5	1,8	2	1	Tebuconazol
<i>VSJ3-3</i>	3,4	< 0,5	1,6	< 0,5	0,5	6,7	4,2	1,9	18,4	6	6	Epoxiconazol

Las muestras correspondientes a VSJ1, no pudieron ser analizadas por pérdidas en la logística de traslado al laboratorio. *Atz:* Atrazina; *Clp:* Clorpirifos; *Endo:* Endosulfan; *Cip:* Cipermetrina; *Fipro:* Fipronil; *Tebzol:* Tebuconazol; *Azox:* Azoxistrobin; *P:* Plaguicidas; *Detec.:* detectados; *Cuant.:* cuantificados. La diferencia entre detectados y cuantificados, se corresponde a plaguicidas en la categoría DNC.



**Figura 5.31.** Concentraciones de plaguicidas en el MPS<sub>total</sub> por sitio de muestreo correspondiente a las 2 campañas de VSJ

## Cronología del conflicto

Al igual que en los casos de estudio anteriores, se realiza un resumen cronológico del proceso de conflicto, en este caso de la comuna de VSJ, el cual se diferencia de los anteriores ya que surge a raíz del no cumplimiento de la ordenanza 238/09 que regulaba el uso de agrotóxicos en la localidad. Este comienzo se sitúa en el año 2013 y tuvo como actores principales a los vecinos (no agrupados en un colectivo organizado como lo expuesto para SS y MM) que denunciaban el accionar ilegal de los productores agropecuarios.

*“De este lado que hay una quintita  
que tiene alfalfa, los picaros también  
fumigan, ¿sabes lo que hacen? Fumigan  
a las tres de la mañana y acá está el  
pueblo, es así, acá es una colonia chica y si  
vos denuncias, si hablas, sos el malo  
de la película” (vecina)*

*“Está la ordenanza, pero no la  
hacemos cumplir y tampoco hay control.  
A mí me piden una receta y de todo  
alrededor soy el único que lleva las  
recetas” (tamero y carnicero)*

Al no modificarse las prácticas productivas los conflictos continuaron y algunos vecinos luego de filmar equipos pulverizando en los campos que se encontraban en la periferia, realizaron nuevas denuncias ante la Comuna y demandaron la intervención policial para limitar el tránsito de pulverizadoras por el pueblo y su uso en la periferia rural- urbana. Ante la persistencia del conflicto, desde la Cooperativa agropecuaria local, agentes de desarrollo del INTA de Rafaela y las autoridades de la Comuna, forjaron una alianza socio técnica para trabajar de forma simultánea en capacitación a productores en manejo integrado de plagas y en una nueva normativa: la ordenanza N°304/2014 que fue finalmente sancionada el 1° de abril de 2014. Durante este proceso y en continuidad hasta el año 2016 se llevaron a cabo las diversas experiencias con los productores en la búsqueda alternativas agroecológicas y los muestreos ambientales (citados en el apartado anterior). Particularmente en mayo del 2015 en el marco del segundo muestreo, se realizó una instancia de sociabilización de la información con el equipo de trabajo. En la [figura 5.32](#) se sintetiza en un esquema la cronología del conflicto y los procesos de acción vecinal. En la búsqueda de analizar el proceso de transformación experimentado en VSJ, se deja plasmado el testimonio de uno de los productores que formó parte del equipo de trabajo, en el cual se evidencia el aporte efectivo a la visibilización de las diferentes formas de producir (Giordano y otros, 2017).



**Figura 5.32.** Esquema de la cronología del conflicto socioambiental en la localidad de VSJ desde el 2009 hasta el año 2016

*“El trigo lo hicimos y no le dimos ni una fumigada, el trigo dio 2500 kilos pero hay cosecheros que han hecho hasta 5 fumigadas en el trigo. Les rindió casi lo mismo. Y ellos mismos te dicen: ¿vos no le diste ninguna fumigada?  
Bueno, sacaste mucho mejor que nosotros. Al fin y al cabo”  
(Productor en transición agroecológica)*

Por último, según los entrevistados, se redujo el uso de agroquímicos y los vecinos indicaron que ya no ven pasar pulverizadoras por el pueblo y dicen sentir menos “olores” que años atrás. Sin embargo, algunos olores persisten y también se observan pulverizadoras en los campos linderos al pueblo. Así, esta reducción no resultó en el cumplimiento pleno de la normativa actual. Sin embargo, el ajuste a la ordenanza implicó un cambio del sistema, ofreciendo la oportunidad para poner en marcha y evaluar propuestas de trabajo en los territorios para avanzar hacia sistemas diversificados y más autónomos, valorizando los recursos locales (Pérez y otros, 2015); pudiéndose vislumbrar que la producción de base agroecológica resultó ser una opción viable para disminuir las tensiones y conflictos por el uso del territorio (Giordano y otros, 2017).

## 5B.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE PLAGUICIDAS ENTRE LOS 3 ESCENARIOS

---

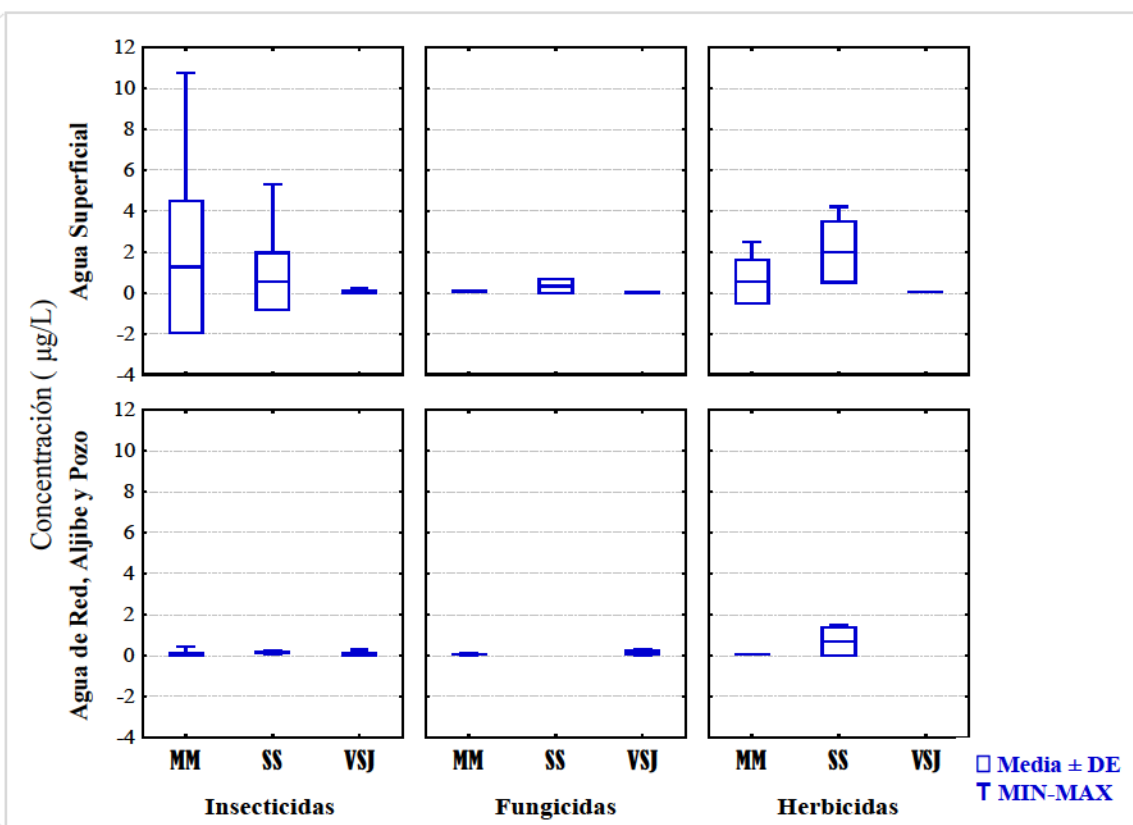
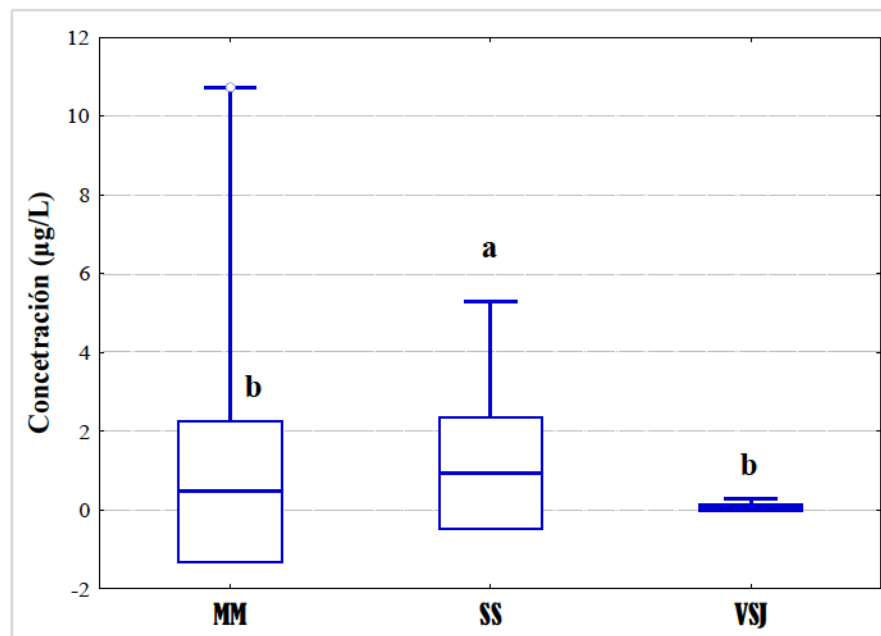
A modo de cierre del presente Capítulo se presenta un análisis sintético y comparativo de los tres escenarios de estudio evaluados, haciendo eje en la contaminación por agrotóxicos en las matrices ambientales analizadas.

En la [figura 5.33](#), [5.34](#) y [5.35](#) se muestran los resultados para aguas, suelos y MPS respectivamente, diferenciados por localidad y tipo de plaguicida.

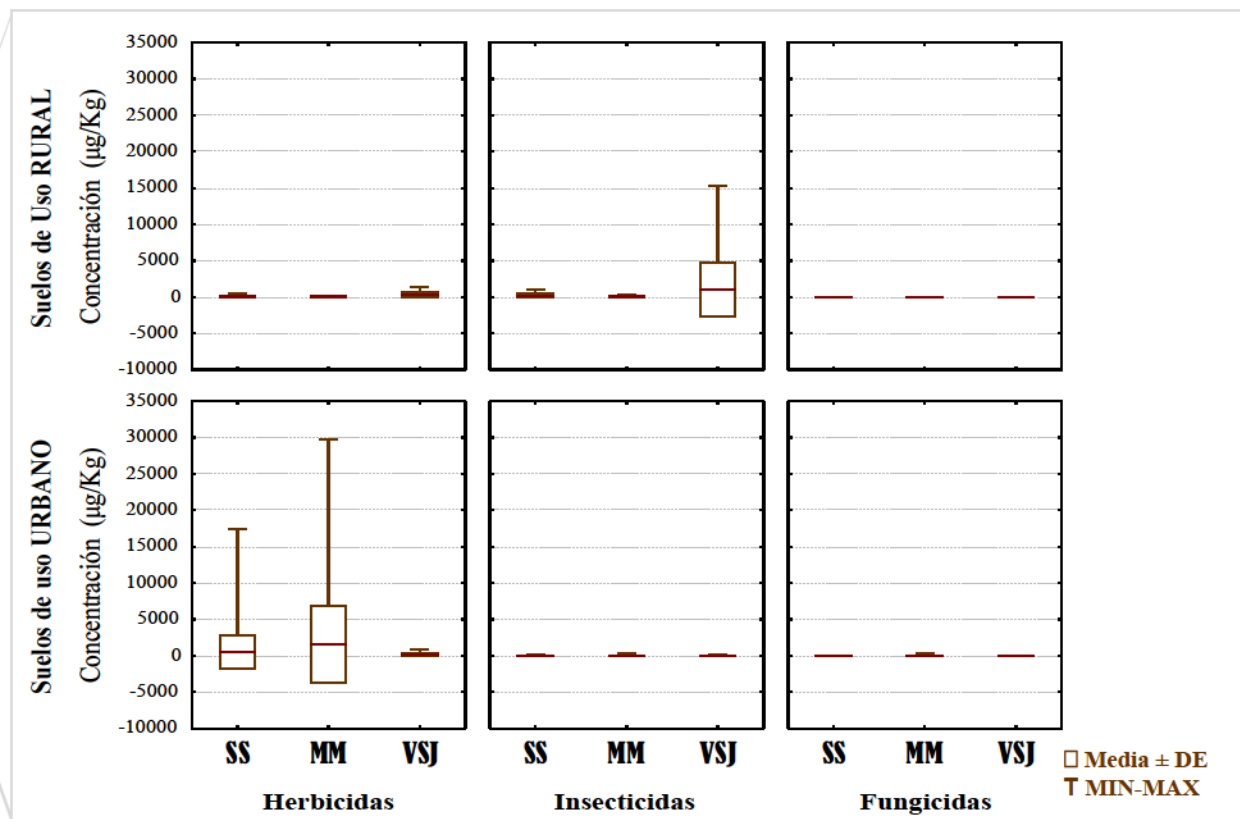
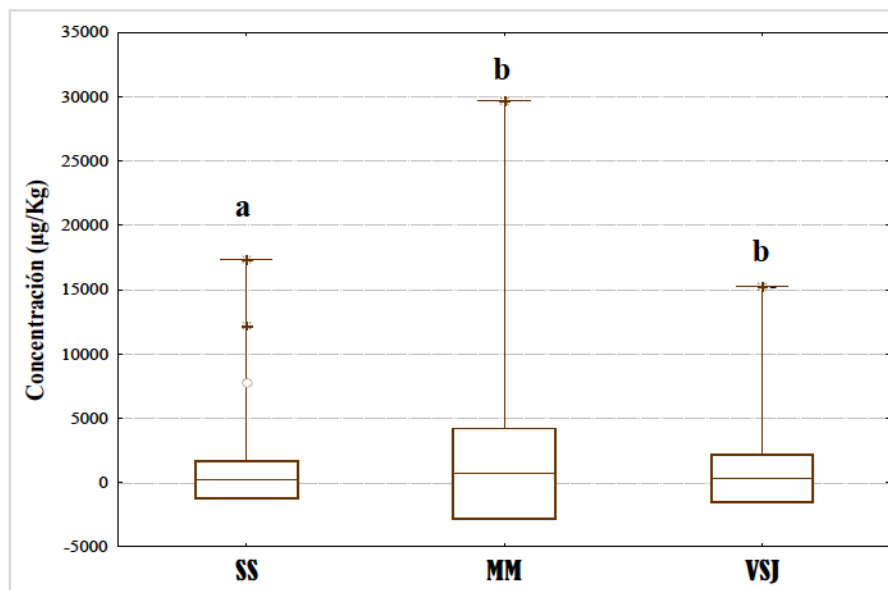
En relación a las aguas, y en función de los resultados se decidió mostrar de manera diferencial los cuerpos de aguas superficiales (por ser las más impactadas en cuanto a concurrencias y concentraciones) y se unificaron las muestras de agua de red, pozo y aljibe. De la comparación entre localidades, se desprende que SS presenta las mayores concentraciones, siendo MM = VSJ ( $p < 0,0001$ ). En los gráficos de la derecha (figura 5.33) se puede observar que dicha diferencia se atribuye a los niveles más altos tanto de Herbicidas, Insecticidas y Fungicidas detectados en los Arroyos de SS (el 71% de dichas muestras exhibieron concentraciones de  $I > NG$  para la protección de la biota acuática) y la presencia particular de Atrazina en las aguas de Red de distribución municipal. Con respecto a los suelos el análisis estadístico arrojó diferencias significativas ( $p=0,003$ ), resultando  $MM=VSJ > SS$ . En la figura 5.34 (izquierda) se muestran las concentraciones de la totalidad de muestras de sedimentos, suelos de uso mixto urbano y rural, y a la derecha se detallan estos dos últimos por ser lo más relevantes. De la misma se desprende la importancia de las concentraciones de Insecticidas detectados en las muestras de campos y caminos agrícolas de VSJ (principalmente Cipermetrina, Clorpirifos e Imidacloprid), y emerge también la problemática discutida de la contaminación de Glifosato y AMPA en los suelos de espacios públicos urbanos, principalmente en las localidades de MM y SS. Por último, en relación a los MPS, en los gráficos se presentan las concentraciones de los plaguicidas detectados con excepción del Glifosato y AMPA, para poder realizar un análisis comparable de las concentraciones ya que dichos analitos no pudieron ser analizados en MM2, VJS2 y VSJ3 (y presentaron altas concentraciones particularmente en SS2). Los resultados muestran que  $SS=MM \gg VSJ$  ( $p < 0,0001$ ), presentando el Herbicida Atrazina e Insecticidas (Bifentrin y Clorpirifos) las mayores concentraciones en SS y MM respectivamente.

A pesar de las variantes en cuanto a concentraciones detectadas, las tres localidades presentaron escenarios de contaminación por agrotóxicos en las distintas matrices ambientales estudiadas. Los mismos responden (entre otras muchas razones ya discutidas el transcurso del documento

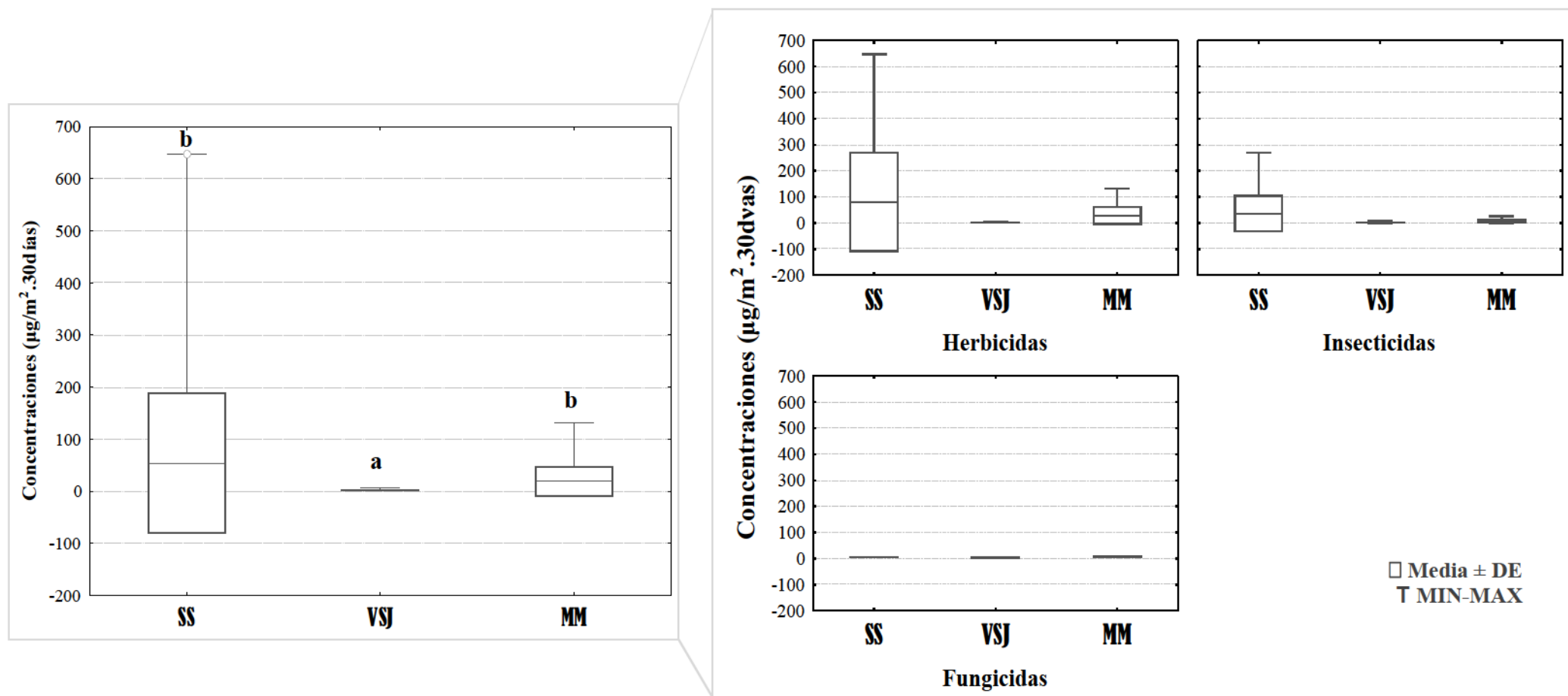
y enmarcadas en el modelo agrícola imperante en el país) a una situación compleja y actual en múltiples ciudades y pueblos de Argentina: los procesos de crecimiento con insuficiente o nula planificación que se traducen en problemas complejos como la contaminación ambiental (Zulaica y otros, 2015), como aquí queda demostrado.



**Figura 5.33.** Análisis comparativo de las concentraciones de plaguicidas en las aguas ( $\mu\text{g/L}$ ) entre las localidades estudiadas. Letras iguales indican que las medias no son distintas



**Figura 5.34.** Análisis comparativo de las concentraciones de plaguicidas en suelos (µg/Kg) entre las localidades estudiadas. *Letras iguales indican que las medias no son distintas*



**Figura 5.35.** Análisis comparativo de las concentraciones de plaguicidas en el MPS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{días}$ ) entre las localidades estudiadas. Letras iguales indican que las medias no son distintas. No se graficaron las concentraciones de Glifosato y AMPA ya que no pudieron ser analizados en MM2, VJS 2 y VSJ3





*“La ciencia actual no es neutra, sino fiel a este sistema social, pero puede ponerse al servicio de profundas transformaciones”*

Oscar Varsavsky

## **Aportes finales**

## **Capítulo 6B. El monitoreo ambiental como herramienta de intervención en los conflictos socioambientales derivados del uso de plaguicidas**

El objetivo del **Capítulo 6B** es realizar un análisis de las herramientas aplicadas y del conocimiento generado, en el marco de los conflictos socioambientales estudiados.

### **El conflicto como oportunidad**

En los tres casos de estudio, pudo evidenciarse que los conflictos socioambientales, por fuera de considerarse como disfuncionales, como “fracasos” de las sociedades tal como plantean algunas corrientes, por el contrario, resultaron ser parte intrínseca de la vida social donde a través de ellos las comunidades de MM, SS y VJS (con los matices propios de cada escenario de conflicto ya presentado), buscaron comprender, encauzar y avanzar (Natenzon, 2015). Desde esta concepción, es *de por sí* un logro las alianzas entre los equipos de trabajo generadas en los territorios, la consolidación de los grupos de vecinos particularmente de MM y SS, y el posicionamiento que alcanzaron instalar sobre el modelo agropecuario y el deterioro en el ambiente y las condiciones de salud de sus comunidades.

Los conflictos ambientales resultan también una oportunidad clave para repensar los entramados modernos del conocimiento científico y las políticas públicas, dando lugar (en mayor o menor medida) a saberes tradicionales históricamente invisibilizados y a voces no tenidas en cuenta a la hora de formular los proyectos productivos. Tal como expresa Merlinsky y otros (2018), la conflictividad habilita (y habilitó en este caso) posibles procesos de cambio social que impactan en la relación con la naturaleza. A través de los conflictos, los problemas ingresan al debate público y promueven deliberaciones sobre los supuestos “beneficios” del desarrollo. En esta misma línea, lo ocurrido en las localidades estudiadas son una expresión de la multitud de conflictos socioambientales en Argentina que ganaron en incidencia y escala e interpellaron a la capacidad de la institucionalidad gubernamental para transformar de forma democrática la construcción de políticas públicas (Robledo y Lumerman, 2009). De aquí se desprende el potencial transformador y catalizador de los conflictos. A modo de reflexión, y siguiendo lo propuesto por el sociólogo estadounidense Lederach (1994) es importante poder trascender las iniciativas de resolución de los conflictos socioambientales; resolver implica identificarlos como sucesos negativos donde los procesos para abarcarlos suelen orientarse hacia el final de la crisis, desviando la atención de los aspectos más profundos. En tanto que

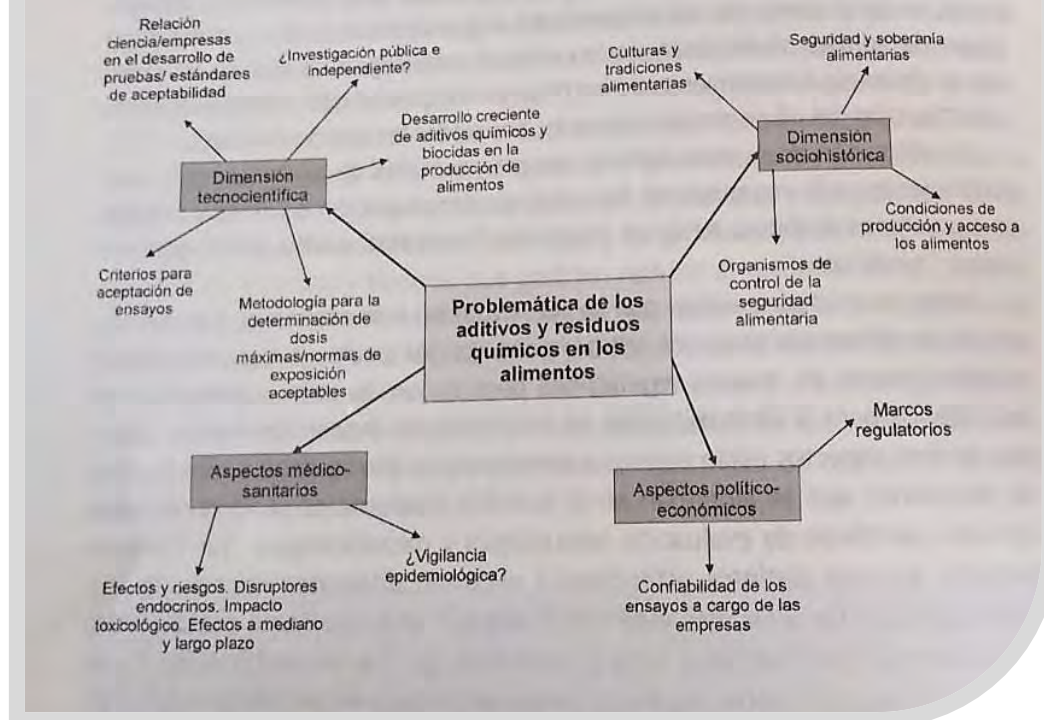
transformar los conflictos implica aceptarlos como naturales. El término transformación está enmarcado en un proceso más holístico, donde se busca comprender la dinámica evolutiva de los mismos, reconociendo su potencial para transformar las relaciones y estructuras, y donde las intervenciones estén focalizadas a canalizar el proceso de cambio, y por ende a responder a los síntomas y comprometer a aquellos sistemas en los que las relaciones están insertas (Robledo y Lumerman, 2009).

Con esta reflexión inicial como horizonte, a continuación, se presentan las principales discusiones del capítulo, las cuales se ordenan teniendo como disparadores centrales las preguntas de investigación planteadas al inicio de la Tesis.

### **¿Desde qué paradigmas construimos ciencia? ¿qué rol ocupa el conocimiento generado en dichos escenarios?**

Retomando algunas caracterizaciones previas, los conflictos por agrotóxicos son un caso particular de conflictos en donde la tecnociencia está involucrada en el origen o incluso es una de las principales causas del problema planteado (Massarini y Schnek, 2015). Se caracterizan por su complejidad y por las múltiples dimensiones y escalas que involucran (Svampa, 2012). A modo de ejemplo en la [figura 6.1](#) se muestra el mapa de la complejidad de la problemática “Sustancias químicas en la producción industrial de alimentos” en la cual se plantean las principales dimensiones que integran la misma (Massarini y Schnek, 2015). En el esquema se visualiza claramente que dicha problemática ambiental, tal como la aquí estudiada, excede “lo tecnocientífico”, concibiéndose por tanto como Problemas transcientíficos. En 1970 Alvin Weinberg crea el término *trans-science*, al cual lo define como aquel que puede expresarse científicamente pero no puede resolverse científicamente, es decir se puede usar el lenguaje científico para expresarlo, pero no tiene solución dentro de lo que es la ciencia y la actividad científica. Si bien resulta muy interesante, esta idea pareciera indicar que solo se trata de un problema de factibilidad. Según Funtowicz (1994) los problemas de este tipo son cualitativamente diferentes y se enmarcan en un nuevo paradigma científico “La ciencia Pos Normal”. La misma se caracteriza por hechos inciertos (incertidumbre de carácter epistemológica o ética) valores en disputa, elevada puesta en juego y decisiones urgentes. Otras de las características que emerge de la figura 6.1, es la complejidad, y no entendida a esta como complicación, sino como la interacción e interdependencia de la pluralidad de perspectivas y dimensiones.

Figura F.1  
**Mapa de la complejidad de la problemática**



**Figura 6.1** Mapa representativo de las principales dimensiones que integra la problemática de los aditivos químicos en los alimentos. *Extraído de “Ciencia entre todxs”, pág. 284, Massarini y Schnek (2015)*

Esto lleva al siguiente punto que es la supremacía del saber científico. Los conflictos socioambientales habilitaron la posibilidad de extender la noción de conocimiento reducida al científico (propia del positivismo), a entender que es otra perspectiva, especial, diferente, pero no dominante. Mover al científico como elemento neutral del centro, a un vértice (Funtowicz, 1994). Sin embargo, es el propio modelo de la modernidad el que ha jugado un papel crucial en la legitimación y consolidación de la ciencia, contribuyendo a que las instituciones científicas emergentes consiguieran una posición hegemónica como productoras oficiales de conocimiento (Funtowicz e Hidalgo, 2008); consolidándose así la idea del científico como experto y autoridad. En las experiencias en el territorio, particularmente en SS se pudo percibir esta concepción y la confianza abocada a la realización del Relevamiento, sin embargo y casi como una contradicción, la evidencia técnica aportada no fue suficiente, demostrando la existencia clara de un problema transcientífico y los intereses en juego. Es importante remarcar en este

punto, que otras de las características del saber científico, y que suma complejidad, es que los expertos también discrepan entre sí y se llegan a conclusiones ambiguas e interpretaciones enfrentadas; lo que también lleva a cuestionar la visión de la ciencia que la presenta como un cuerpo de conocimiento objetivos, universales y neutrales (Massarini y Schnek, 2015). En este sentido, toda elección de una metodología significa la puesta en práctica de una determinada concepción. Las metodologías no son neutras, y en todo caso, siempre van a referenciadas a un modelo de cómo se quiere intervenir en los procesos (Poggiese, 2000). Es así que la Investigación Acción Participativa se conforma, como una propuesta ética y política, en la búsqueda de una investigación para la acción social transformadora. La meta de la IAP es conocer para transformar, donde las acciones se dan desde y con la base social y no “desde arriba” (Solíz Torres y otros, 2018). En la búsqueda de la apropiación social del conocimiento y el reemplazo de la secuencia mecánica y lineal donde unos generan, otros transfieren y muchos adoptan (De Souza Silva y otros, 2005), se implementaron estrategias como los mapeos colectivos, muestreos participativos y distintas instancias de sociabilización de la información en el territorio y en ámbitos científico-académicos (figuras 6.2 y 6.3). Tanto en MM como en SS, las mismas se dieron dentro de un proceso de participación de la comunidad y de los interesados en el problema, generándose un proceso comunicativo. El cual es definido según Funtowicz (1994) como el resultado de una relación de carácter social que se establece entre participantes y se diferencia de la comunicación *per se* la cual tiene como resultado información dada de manera aislada que no sirve. La utilidad del conocimiento científico generado como puede deducirse depende de muchas otras aristas. Tal como ocurrió en MM, los resultados aportados por el CampS fueron cuestionados, poniendo en crisis la legitimidad de las explicaciones provenientes del ámbito de la técnica y la ciencia (los discursos “expertos”). Sin embargo, las argumentaciones elaboradas por los “legos” (discursos “contraexpertos” que generalmente construyen las poblaciones afectadas) (Merlinsky y otros, 2018) fueron fundamentales en la transformación del conflicto, lo que nos lleva a la siguiente pregunta.

**¿Qué rol cumplen las comunidades en la construcción del conocimiento? ¿y en el proceso de transformación social propio de los conflictos socioambientales?**

Según lo relevado por el OCSA (2013) en la pugna política asociada a los conflictos por fumigaciones, fueron los movimientos de ciudadanos de las localidades, los actores sociopolíticos fundamentales para el avance de la legislación en la región (OCSA, 2013).





## Publicaciones científicas internacionales



## Participación en Libro

**Figura 6.2** Fotos representativas de las distintas instancias de sociabilización de la información generada en la localidad de MM





**En la Comunidad: charla  
en el cine municipal**



**En la Comunidad:  
Medios locales de  
comunicación  
Radio y TV**

**En la Comunidad: en  
la mesa ambiental  
coordinada por el  
Municipio**

**Figura 6.3** Fotos representativas de las distintas instancias de sociabilización de la información generada en la localidad de SS



Esto mismo se vio expresado en los tres casos de estudio de la presente Tesis, en sus diferentes matices. Por un lado, en VSJ a pesar de la no existencia de una red de vecinos organizados, las quejas y denuncias por parte de los mismos promovieron la revisión de la ordenanza que, pese a las limitaciones ya discutidas, incentivaron el trabajo conjunto con los productores hacia estrategias de producción agroecológicas. En SS la organización de Todos por Todos impulsó el Relevamiento sociosanitario, lo que dio impulso a su vez a la aprobación de una ordenanza que regula las emisiones de MP<sub>10</sub> de los Molinos arroceros, faltando avances concretos y visibles en lo que respecta a su implementación. A pesar de esto, se pudo apreciar cómo las acciones de parte de los vecinos lograron instalar el vínculo sobre el modelo agroindustrial y el deterioro en la salud ambiental y colectiva de su pueblo. En MM, la organización de la Red de Prevención permaneció fuerte y dinamizante en las distintas etapas del conflicto (desde el inicio en el 2006 hasta la actualidad), lo que se tradujo (comparativamente con los otros casos) en una transformación más profunda, ya que la ordenanza sobre la regulación del uso de agrotóxicos lograda en el año 2014 se generó tras fuertes debates en el seno de la comunidad, en un proceso participativo, interdisciplinario, intersectorial e interinstitucional, consolidándose como una experiencia de una ciencia nueva (figura 6.4), donde todos los miembros de la comunidad debieron transformarse durante el proceso de construcción (Funtowicz y Ravetz, 1993).



**Figura 6.4** Tapa de la publicación de una revista político-estudiantil que se difundió en el marco del 3°er encuentro de Médicos de Pueblos Fumigados en Córdoba, octubre 2015 (izquierda). Noticia escrita por la Periodista Fernanda Sánchez en referencia al relevamiento llevado a cabo en SS (derecha)

No se pretende con esta reflexión imponer una mirada idealista de la experiencia transitada, ni olvidar el carácter complejo y evolutivo de dichas transformaciones. Es más, desde la autocrítica se puede repensar lo sucedido en MM (y en los otros casos de estudio) teniendo como eje de debate lo propuesto por Paulo Freire en su libro *Pedagogía del oprimido*; quien plantea que el comportamiento de los oprimidos se conforma con base en pautas ajenas a ellos, pautas de los opresores, como las aquí evidenciadas. Ya que siguiendo la lógica del discurso hegemónico (el cual apunta a invertir el principio precautorio, Arancibia y otros, 2018) las comunidades en conjunto con las Instituciones científico-académicas se vieron obligadas a producir evidencia del daño.

Por otro lado, y teniendo en cuenta que el ambientalismo nacional se caracteriza por estar compuesto por personas perjudicadas por los problemas presentes (Gutiérrez, 2009; Merlinsky, 2013), el rol motorizador, catalizador y dinamizante propio de muchos colectivos organizados, tiene que ver también con la conciencia más profunda y el interés más apremiante con respecto a las decisiones que tienen las personas afectadas y víctimas del actual modelo (Funtowicz y Ravetz, 1993). Esto queda evidenciado de manera estremecedora en el testimonio de una vecina de MM (Méndez, 2015b):

*“La cantidad de enfermos ... todo esto nos movilizó”*

*“Me faltan los vecinos...”*

*Demos la vuelta en el barrio y nos vamos a dar cuenta*

*la cantidad de gente que tenemos enferma o que nos falta”*

Por último, así como se describió el rol del conocimiento científico y el de las comunidades, es preciso mencionar el papel del estado en los conflictos socioambientales. Hacia el interior de los mismos se observa que, en los enfrentamientos, los pobladores rurales, disputan principalmente, y en proporciones similares, con el Estado, las empresas y los propietarios. Llama la atención entonces que el Estado aparezca con la misma frecuencia que otros actores del «campo», siendo que debería mediar y velar por el bien común (IIGG, 2008). En este sentido, dentro de las estrategias participativas, es importante incluir el enfoque Interinstitucional, siendo las Instituciones gubernamentales (y particularmente Municipales) las que juegan un rol central en las decisiones en el territorio. Para finalizar, los conflictos aquí estudiados y un cúmulo de experiencias previas han demostrado que no puede haber desarrollo sin la participación de la comunidad. El intercambio de conocimientos locales y científicos y el análisis conjunto de los problemas permite la identificación de soluciones factibles. Esto

requiere involucrar a la población local en los estudios llevados a cabo en la comunidad, para ir más allá de la verificación de las hipótesis y conducir las investigaciones hacia el “conocer-actuar y transformar” (Lebel, 2005).

### **¿Es el monitoreo ambiental una herramienta útil para contribuir en la construcción de un cambio que mejore la calidad de vida de las comunidades afectadas por la exposición a los agrotóxicos?**

De los análisis anteriores y tal como lo planteado por Solíz Torres y otros (2018), se desprende que el monitoreo ambiental, puede evidenciar los daños y ser útil como herramienta para exigir al Estado y a los sectores involucrados a presentar estrategias de protección frente a la contaminación, en tanto sea comunitario y se de en un proceso participativo en el territorio.

En la misma línea, y como quedó demostrado en VSJ, las soluciones normativas por sí solas, que no contemplan objetivos y proyectos consensuados y acordes a las necesidades y posibilidades de los actores sociales involucrados, no terminan de mitigar los conflictos ambientales de este tipo. En ese sentido, en la localidad santafesina una mayor participación podría haber favorecido el control social en base al compromiso que se asume colectivamente, logrando establecer alianzas más estables (Giordano y otros, 2017); reconociéndose aquí el rol central de las comunidades en el proceso de transformación social en sus territorios.

Las ordenanzas municipales, no solo fue un tema emergente de MM, SS y VSJ, sino que es el reflejo de lo que ocurre en Argentina. Como se dijo anteriormente desde comienzos del siglo XXI, un número creciente de organizaciones de vecinos, médicos, académicos, junto a políticos y funcionarios, en diversas y numerosas poblaciones de la región pampeana, se han movilizado para exigir al estado, en sus distintas escalas, dictar normas para restringir las fumigaciones (Aranguren y Martínez, 2015). Se consolida así una ampliación de la conciencia ambiental y de los derechos ciudadanos, dando lugar al surgimiento de nuevas formas de participación en el marco de una ciudadanía jurídicamente más instrumentada y movilizada. A pesar de la aparente contradicción, por un lado, se concentran derechos para explotación de los bienes comunes a favor del capital concentrado, y por otro, se amplían derechos ciudadanos para protegerlos (Suárez y Ruggerio, 2012).<sup>41</sup>. Sin embargo, Venier (2014) afirma que en muchos casos se está

---

<sup>41</sup> Es importante hacer la salvedad, que en la medida en que los diferentes megaproyectos avanzan de modo vertiginoso y tienden a reconfigurar el territorio en su globalidad, no sólo ponen en jaque las formas económicas y sociales existentes, sino también el alcance mismo de la Democracia, pues éstos se imponen sin el consenso de las poblaciones, generando fuertes divisiones en la sociedad y una espiral de criminalización y represión de las resistencias que sin duda abre un nuevo y peligroso capítulo de violación de los derechos humanos (Svampa, 2012).

produciendo un corrimiento del problema originado por una falta de planificación en estas zonas; destacando Souza Casadinho (2012), además, que más allá que se sancionen ordenanzas respecto al uso de los agroquímicos, las comunidades suelen denunciar que muchas veces no se cumple la normativa, y que hay elementos que las mismas no regulan, derivando en la continuidad del conflicto como se pudo evidenciar en el presente estudio.

*... No te des por vencido*

*ni aún vencido*

**Avanti**

Almafuerte

## **Capítulo 7. Conclusiones generales**

En los últimos años se evidenció en Argentina una creciente conflictividad en relación a los impactos asociados al modelo agrícola hegemónico, particularmente al uso de agrotóxicos, en un contexto socioeconómico caracterizado por políticas neoliberales y consecuencias negativas de los proyectos extractivistas; las cuales configuraron el ambientalismo nacional. Surgieron nuevas formas de organización impulsadas por vecinxs autoconvocadxs y movimientos sociales que se consolidaron en el marco de una ampliación de la conciencia ambiental. Los conflictos socioambientales en torno al uso de agrotóxicos desde un enfoque de *complejidad ambiental* y *salud colectiva*, exigieron un cambio de paradigma en la manera de producir ciencia y construir conocimiento obligando a desarrollar nuevos marcos conceptuales y metodológicos. La presente investigación se propuso estudiar los escenarios de contaminación por agrotóxicos en zonas de conflictos socioambientales a través de estrategias participativas e interdisciplinarias, y analizar el aporte del conocimiento generado en el marco del conflicto.

Se logró formar parte de tres experiencias territoriales en pueblos fumigados explorando y aplicando el uso de herramientas de integración y construcción colectiva del conocimiento con distintos actores involucrados en el conflicto socioambiental. De los procesos de SS y MM se pudo evidenciar la importancia de la **construcción interdisciplinaria** del conocimiento en contextos como los aquí evaluados, donde las miradas integradas entre áreas disciplinarias como medicina, ambiente y geografía fueron necesarias para el entendimiento de los procesos de salud-enfermedad de las comunidades. En cuanto al trabajo colectivo en VSJ, se desprende la importancia de la articulación con los productores agropecuarios, actores que se ven obligados a analizar y modificar sus manejos productivos, siendo el aporte de las ciencias agrarias y naturales fundamentales para el avance de este proceso, en la búsqueda de herramientas que permitan la transición de un modelo de producción localmente conflictivo a uno agroecológico.

En relación al aporte central generado en el marco de esta investigación, se concluye que el **monitoreo ambiental**, resultó una herramienta valiosa para evidenciar el **grado de contaminación por agrotóxicos y los potenciales escenarios de exposición ambiental** cuyos hallazgos, aquí presentados, dan cuenta de una realidad de gran preocupación y sensibilidad; la realización de los muestreos contribuyó a demostrar la presencia generalizada de los plaguicidas (principalmente aquellos de uso masivo ligados al modelo agrobiotecnológico actual) en las aguas de consumo humano, subterránea y de lluvia, en cuerpos de agua superficial y sedimentos de fondo, y en suelos de uso rural, mixto y urbano; siendo alarmante el nivel de contaminación por plaguicidas en estos últimos, suelos de espacios públicos urbanos, en acuerdo con las

vivencias y relatos expresados por lxs habitantes de los pueblos. Se detectaron también y de forma ubicua plaguicidas en el material particulado sedimentable, resultando la atmósfera un compartimento ambiental relevante en cuanto a potencial exposición de plaguicidas, derivando en situaciones complejas como la presencia de agrotóxicos en el material sólido procedente de granos como cascarilla de maíz y en el MP<sub>10</sub>, siendo este último material particulado inhalable. La presencia en dicha matriz es de destacar debido a la exposición directa y sinérgica entre la partícula y el químico sorbido, cuando la misma es respirada. En cuanto a los plaguicidas, se resalta que, de los resultados de todos los muestreos, el Glifosato y su metabolito ambiental AMPA resultaron ser los compuestos más relevantes por su elevada presencia y carga ambiental identificada, y por lo tanto los representativos de la contaminación por agrotóxicos en las matrices ambientales estudiadas en la presente Tesis; lo cual exige con urgencia el diseño de procesos orientados a la prohibición y/o restricción de su uso.

En cuanto a la concepción del monitoreo ambiental como herramienta para exigir al Estado y a los sectores involucrados a presentar propuestas de mejoras, estrategias y formas de protección frente a la contaminación, y contribuir así a la construcción de un cambio que mejore la calidad de vida de las comunidades afectadas, se puede inferir que el mismo **es útil en tanto sea comunitario y se de en un proceso participativo en el territorio**. Las experiencias transitadas, nos llevan a confirmar que los **movimientos de vecinxs** de las localidades, resultaron ser los actores sociopolíticos fundamentales en la denuncia y resistencia de los procesos locales asociados a los conflictos por fumigaciones. Se pudo identificar el rol motorizador y dinamizante de las redes de vecinxs, lxs cuales demostraron tener una conciencia más profunda y un interés más apremiante con respecto a las decisiones en sus territorios. En este sentido, involucrar a la población local en los estudios llevados a cabo en las comunidades y en **la construcción de conocimiento a través de estrategias participativas**, resultó una propuesta ética y política enriquecedora en la búsqueda de una investigación para la acción social transformadora. Tanto en MM como en SS (procesos donde hubo una participación activa de vecinxs organizadx), la percepción ambiental se condijo con los resultados de los relevamientos sociosanitarios y ambientales, lo que resultó (particularmente en la localidad cordobesa) un elemento catalizador en el avance de sus denuncias. Con sus diferentes matices el intercambio de conocimientos locales y científicos-académicos y el análisis conjunto de los problemas permitieron acciones concretas como las ordenanzas municipales y el inicio de procesos de transición agroecológica, así como la generación y consolidación de una conciencia ambiental y colectiva que trascendió a diversos sectores de la sociedad, en relación al vínculo entre el modelo agroindustrial y la manera de enfermar y morir de las comunidades impuestas

a los agrotóxicos. Dentro de las estrategias participativas, resultó importante incluir al sector estatal, ya que jugaron un rol central en las decisiones en el territorio.

*A modo de síntesis: aprendizajes y desafíos*

En el marco de los conflictos socioambientales en torno al uso de agrotóxicos, la experiencia transitada durante el desarrollo de la presente tesis y los distintos resultados generados, llevan a reflexionar sobre el desafío y la necesidad del trabajo interdisciplinario y participativo en la construcción de una ciencia nueva, de decisiones gubernamentales y generación de políticas públicas que acompañen y fortalezcan dichos procesos y trasciendan las iniciativas de resolución, y de manera especial, la necesidad de una ciudadanía activa que sea parte de la construcción de otras formas de vivir saludables, soberanas y solidarias. La inclusión de la sociedad civil organizada en la generación de conocimiento, en la socialización de la información y en las medidas “*para prevenir lo prevenible y para transformar lo transformable*”, resulta un componente imprescindible e indisociable para el fomento de prácticas tendientes a generar procesos de desarrollo, por medio de una praxis liberadora y transformadora de las relaciones de poder, a través de la igualdad y la equidad como discurso horizontal. Prácticas que promuevan alternativas de producción y cosmovisiones de vida, que defiendan la justicia social e incorporen al ambiente como sujeto de derecho y a la sociedad como voz y parte del mismo.

*“No solo hace falta una revolución política sino una científica,  
y es muy poco eficiente esperar la primera para iniciar la segunda”*

**Oscar Varsavsky**

*Febrero 2021, Chascomús.*



## Bibliografía

- Aapresid, 2017. Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, Evolución y retos de la Siembra Directa en Argentina. En línea <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2018/03/Evoluci%C3%B3n-y-retos-de-la-Siembra-Directa-en-Argentina.pdf>. Consultado en mayo 2020.
- Abbate S, Colazzo M, Fonsalía A, Heinzen H, Heinzen J, Niell S, Pareja L, Rodríguez N, Villar A, 2017. Agroquímicos, salud laboral y ambiental, Diálogo de saberes y búsqueda de alternativas en una comunidad urbana del litoral del país. Ediciones Universitarias, Unidad de Comunicación de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, 190 pp.
- Abbot A, 2001. Chaos of Disciplines. Chicago: University of Chicago Press.
- Acción por la Biodiversidad, 2020. Atlas del agronegocio transgénico en el Cono Sur: monocultivos, resistencias y propuestas de los pueblos / compilado por Aranda D; coordinación general Vicente LM, Vicente CA, Acevedo C. Ed. Acción por la Biodiversidad, 1era edición, Marcos Paz, 222 pp.
- AFAM, 2010. todo sobre la fumigación, Salud y ambiente métodos de control de *Aedes aegypti*. En línea: [http://www.afam.org.ar/textos/plaguicidas\\_control\\_aedes\\_aegypti.pdf](http://www.afam.org.ar/textos/plaguicidas_control_aedes_aegypti.pdf). Consultado febrero 2021.
- Aijón Abadal C, Cumplido Prat A, Martínez-Alier J, Binimelis R, 2007. Percepción del riesgo de los agroquímicos en la localidad de Basavilbaso, Entre Ríos. Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 211 pp.
- Ablin ER, Paz S, 2004. Política comercial y organismos genéticamente modificados: el mercado mundial de la soja y el caso Argentina, Capítulo 5. En: Bárcena A, Katz J, Morales C, Schaper M, Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate Abierto. Editorial Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, 123-141 pp.
- Agostini MG, Natale GS, Ronco AE, 2010. Lethal and sublethal effects of cypermethrin to *Hypsiobas pulchellus* tadpoles. *Ecotoxicology* 19(8):1545-50.
- Altieri MA, 2009. Escalonando la propuesta agroecológica para la soberanía alimentaria en América Latina. *Agroecología* 4:39-48.
- Anastassiades M, Mařtovská K, Lehotay SJ, 2003. Evaluation of analyte protectants to improve gas chromatographic analysis of pesticides. *Chromatography A* 1015:163-184.
- Anguiano, 2011. Clasificación de plaguicidas, Capítulo 2. En Anguiano OL, Montagna CM, Clasificación y toxicología de plaguicidas, EDUCO, Universidad Nacional de Comahue, Neuquén 63-162 pp.
- Antón G, Cresto J, Rebón J, 2011. Una década en disputa, Apuntes sobre las luchas sociales en la Argentina. En: Modonesi M y Rebón J, Una década en movimiento, Luchas populares en América Latina en el amanecer del siglo XXI. Ed. Prometeo, 1era edición, Buenos Aires, Argentina, 320 pp.
- Almeida A, 2014. Manuales de monitoreo ambiental comunitario. Ed. Acción Ecológica, Quito, Ecuador, 278 pp.
- Alonso L, Ronco AE, Marino DJ, 2014. Estudio de los niveles de concentración de herbicidas en agua de lluvia y material particulado sedimentable en aire de zonas con distinta influencia de actividad agrícola de la región Pampeana. Trabajo Final de la Licenciatura en Química y Tecnología Ambiental, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.
- Alonso L, Demetrio PM, Etchegoyen MA, Marino DJ, 2018. Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the Pampas region in Argentina. *Science of the Total Environment* 645:89-96.
- Aranguren C, Martínez LE, 2015. Espacios periurbanos en la región pampeana: una aproximación al análisis de los conflictos socio-ambientales y las políticas públicas. IX Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales, Buenos Aires, Argentina.
- Astroviza MJ, Cappelletti N, Bilos C, Colombo JC, 2012. Concentración de pesticidas organoclorados en aire del sur de la Cuenca del Plata: un año de muestreo. Congreso del Medio Ambiente La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- AOAC International, 2011. AOAC Official Method 2007.01 Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate. Official Methods of Analysis of AOAC International, 90(2), 17-26.
- Aparicio VC, De Gerónimo E, Marino DJ, Primost J, Carriquiriborde P, Costa JL, 2013. Environmental fate of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters and soil of agricultural basins. *Chemosphere* 93:1866-1873.
- Aparicio V, De Gerónimo E, Hernández Guijarro K, Pérez, D, Portocarrero R, Vidal C, 2015. Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina, 73 pp.
- APHA, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 th Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington.
- Aradas ME, Carrancio L, 2010. Conflictos socioambientales y desarrollo local en poblaciones del sur de Santa Fe, INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Publicación Miscelánea n° 118.

- Arancibia F, Bocles I, Massarini A, Verzeñassi D, 2018. Tensiones entre los saberes académicos y los movimientos sociales en las problemáticas ambientales. *Metatheoria* 8(2):105-123.
- Aranda D, 2014. Nota Periodística Andrés Carrasco, científico y militante: gracias, La Vaca. En línea <https://www.lavaca.org/notas/andres-carrasco-cientifico-y-militante-gracias/>. Consultada junio 2020.
- Aranda D, 2015. Desmonte-Agro, 3. Tóxicos. En Tierra Arrasada, Ed. Sudamericana, primera edición, Buenos Aires, Argentina, 430pp.
- ArgenBio, 2021. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. En línea <https://www.argenbio.org/cultivos-transgenicos>. Consultado en enero 2021.
- ASTM, 2010. Método D1739-98, Standard Test Method for Collection and Measurement of Dustfall (Settleable Particulate Matter).
- Ávila Vazquez M, Maturano E, Etchegoyen A, Difilippo FS, Maclean B, 2017. Association between Cancer and Environmental Exposure to Glyphosate. *International Journal of Clinical Medicine*, 8:73-85
- Barbieri SC, Vittori S, Marino DJ, Peluso ML, 2017. Estudio de contaminantes agrícolas en agua subterránea y la evaluación de riesgo asociada en escuelas rurales. IV Congreso Internacional de Salud Socioambiental, Rosario, Argentina.
- Barceló D, 1993. *Environmental Analysis: Techniques, Applications, and Quality Assurance*. Ed.; Elsevier: Amsterdam 646 pp.
- Barceló D, Petrovic M 2007. Challenges and achievements of LC-MS in environmental analysis: 25 years on. *Trends in Analytical Chemistry*, 26(1):2–11.
- Barrenetxea CO, Pérez Serrano A, González Delgado MN, Rodríguez Vidal FJ, Alfayate Blanco JM, 2011. Contaminación Ambiental, Una visión desde la Química, Ediciones Paraninfo, SA, España, 690 pp.
- Barri FR, 2010. Pueblos fumigados en Argentina, resistencia epidemiológica comunitaria al modelo económico de los agronegocios. *Ecología política* 40:67-72.
- BASF, 2021. Fungicidas para cereales de invierno. En línea: <https://agriculture.basf.com/ar/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/productos/allegro.html>. Consultado febrero 2021.
- Bauman Z, 2005. *Vidas desperdiciadas: La modernidad y sus parias*, 1ª edición, Ed. Paidós, Buenos Aires, Argentina, 176 pp.
- Battaglin WA, Kolpin DW, Scribner EA, Kuivila KM, Sandtrom MW, 2005. Glyphosate, other herbicides, and transformation products in Midwestern streams, 2002. *J. Am. Water Res. Assoc.*, 41:323–332.
- Battaglin WA, Meyer MT, Kuivila KM, Dietze, JE, 2014. Glyphosate and its degradation product AMPA occur frequently and widely in U.S. soils, surface water, groundwater, and precipitation. *JAWRA J. Am. Water Resour. Assoc.* 50:275–290.
- Baker TP, Moroni MD, Mendham DS, Smith R, Hunt MA, 2018. Impacts of windbreak shelter on crop and livestock production. *Crop & Pasture Science* 69:785-796
- Beck U, 1998. *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, Ed. Paidós, Barcelona, España, 340 pp.
- Benbrook CM, (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe Bridging Science and Regulation at the Regional and European Level*. 2016 28:3.
- Bento CP, Yang, X, Gort G, Xue S, van Dam R, Zomer P, Mol HG, Ritsema CJ, Geissen V, 2016. Persistence of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in loess soil under different combinations of temperature, soil moisture and light/darkness. *Sci. Total Environ.* 572:301-311.
- Berger M, 2016. *Afectados Ambientales. Hacia una conceptualización en el contexto de luchas por el reconocimiento*. *Debates en Sociología* 42:31-53.
- Bernardi N, Gentile N, Mañasa F, Méndez A, Gorla N, Aiassa D, 2015. Assessment of the level of damage to the genetic material of children exposed to pesticides in the province of Córdoba. *Archivos Argentinos de Pediatría* 113(2):126-132.
- Bernasconi C, Demetrio PM, Cerdá E, Sarandón SJ, Marino DJG, 2018. Uso del glifosato como trazador ambiental, para evaluar el impacto de la agricultura extensiva sobre suelos agroecológicos. Estudio de caso. *Cadernos de Agroecología – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1*.
- Bernasconi C, Etchegoyen MA, Barbieri SC, Demetrio PM, Marino DJG, 2019. Optimización de metodología de análisis multiresiduo de plaguicidas en suelos QuEChERS – UPLC/MS/MS, XIV Simpósio Latino-Americano de Química Analítica Ambiental Bento Gonçalves – Brasil.
- Bernasconi C, Demetrio PM, Alonso LL, Mac Loughlin TM, Sarandón SJ, Cerda E, Marino DJG, 2021. Evidence for soil pesticide contamination of an agroecological farm from a neighboring chemical-based production system. *Agriculture, Ecosystems & Environment (en prensa)*.
- Betancourt O, Santandreu A, Arroyo R, Valle J, Parra M, Merten F, 2016. Ecosistemas y Salud humana, Capítulo IV. En *Enfoques ecosistémicos en salud y ambiente*, Eds. Betancourt O, Mertens F, Parra M, Ed. Abya-Yala, 103-147 pp.
- Bhandari G, Atreya K, Scheepers, PTJ, Geissen Violette, 2020. Concentration and distribution of pesticide residues in soil: Non-dietary human health risk assessment. *Chemosphere*, 253:126594.
- Bidleman TF, 1988. Atmospheric processes. *Environmental Science and Technology*, 22(4):361-36.

- Bilos C, Colombo JC, Cappelletti NE, Astoviza MJ, 2012. Concentración de pesticidas organoclorados en aire del sur de la cuenca del Plata: un año de muestreo. VII Congreso de Medio Ambiente, Asociación de Universidades Grupo Montevideo. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26481>. Consultado enero 2021.
- Bisang R, 2004. Innovación y estructura productiva: la aplicación de biotecnología en la producción agrícola pampeana argentina, Capítulo 3. En Bárcena A, Katz J, Morales C, Schaper M. Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto, CEPAL, Santiago de Chile 71-106pp.
- Brailovsky AE, Foguelman D, 2009. Memoria verde, Historia ecológica de la Argentina. Ed. Debolsillo, 8va edición, Buenos Aires, Argentina, 352 pp.
- Breilh J, 2003. De la vigilancia convencional al monitoreo participativo. *Ciencias y Saúde Coletiva* 8(4): 937-51.
- Breilh J, 2004. Epidemiología crítica: ciencia emancipadora e interculturalidad. Ed. Lugar Editorial, Buenos Aires, Argentina, 317 pp.
- Breilh J, 2010. Epidemiología: economía política y salud, 7ma edición. Vol. 4. Biblioteca Ecuatoriana de Ciencias. Quito: Corporación Editora Nacional - Universidad Andina Simón Bolívar.
- Bretchel A, 2004. Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades, Ed. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAPAL), 1era edición, Santiago de Chile, 36 pp.
- Brondi SHG, De MacEdo AN, Vicente GHL, Nogueira ARA, 2011. Evaluation of the QuEChERS method and gas chromatography-mass spectrometry for the analysis pesticide residues in water and sediment. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 86(1):18-22.
- Bolognesi C, 2003. Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 543(3):251-272.
- Bonanseal RI, Amé MV, Wunderlin DA, 2013. Determination of priority pesticides in water samples combining SPE and SPME coupled to GC-MS. A case study: Suquia River basin (Argentina). *Chemosphere* 90:1860-1869.
- Bonifacio AF, Hued AC, 2019. Single and joint effects of chronic exposure to chlorpyrifos and glyphosate based pesticides on structural biomarkers in *Cnesterodon decemmaculatus*. *Chemosphere* 236:124311.
- Brodeur JC, Svartz G, Perez-Coll, CS, Marino DJG, Herkovits J, 2009. Comparative susceptibility to atrazine of three developmental stages of *Rhinella arenarum* and influence on metamorphosis: Non-monotonous acceleration of the time to climax and delayed tail resorption. *Aquatic Toxicology* 91(2), 161-170.
- Burton GA, Landrum PF, 2003. Toxicity of sediments, en Middleton GV, Church MJ, Corigilo M, Hardie LA, Longstaffe FJ (Eds.), *Encyclopedia of Sediments and Sedimentary Rocks*. Kluwer Academic Publishers 748-751 pp.
- Butinofa M, Fernández RA, Lerdab D, Lantieric MJ, Filippid I, Díaz MdP, 2019. Biomonitoring en exposición a plaguicidas y su aporte en vigilancia epidemiológica en agroaplicadores en Córdoba, Argentina". *Gaceta Sanitaria* 33(3):216-221.
- Cadenazzi G, 2008. Transformaciones en el agro argentino a partir de la "sojización". V Jornadas de Sociología de la UNLP, La Plata, Argentina. En Memoria Académica. Disponible en: [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.5918/ev.5918.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.5918/ev.5918.pdf)
- Capparelli AL, Etchegoyen MA; Marino DJG, 2020. Tópicos de química y fisicoquímica ambiental agua, atmósfera y suelo, transferencia entre compartimientos y transformaciones. Libros de cátedra, Editorial de la Universidad de La Plata (EDULP), 1era edición, 421 pp.
- CAPECO, 2020. Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de cereales y oleaginosas. En línea <http://capeco.org.py/ranking-mundial-es/>. Consultado en enero 2021.
- Caporal F, Costabeber JA, 2011. La Extensión rural con enfoque agroecológico y las políticas públicas hacia la sustentabilidad rural. En: Morales Hernández J. (Coord). *La Agroecología en la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural*. México. Siglo XXI Editores. 190-215pp.
- Carignano C, Elozegui L, Abrego P, Spagnolo S, 2014. Prevalencia de asma y síntomas indicadores en tres barrios de la ciudad. *Ambiente, Sociedad y Producción*, Área Publicaciones, Universidad Nacional de Río Negro.
- Carrasco AE, Sánchez NE, Tamagno LE, 2012. Modelo actual de desarrollo agrícola de la Argentina, Ed. AUGM-Comité de Medio Ambiente, primera edición electrónica, 136 pp.
- Carriquiriborde P, Díaz J, Mugni H, Bonetto C, Ronco AE, 2007. Impact of cypermethrin on stream fish populations under field use in biotec-soybean production. *Chemosphere* 68:613-621.
- Carson R, 1962. *Silent Spring*, 1edición, Ed. Grijalbo, Barcelona.
- CASAFE, 2014. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, Estudio de Mercado 2014 de Productos de Protección de Cultivos. En línea <https://www.casafe.org/pdf/2018/ESTADISTICAS/Informe-Mercado-Fitosanitarios-2014.pdf>. Consultado en noviembre 2020.
- CASAFE, 2016. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, Datos del Mercado Argentino de fitosanitarios, Año 2016 En línea <https://www.casafe.org/publicaciones/datos-del-mercado-argentino-de-fitosanitarios/>. Consultado en noviembre 2020.
- Castro H, Arqueros X, 2018. Conflictividad ambiental y planteos territoriales en Argentina. *Estudios Rurales*, 8:53-82.

CCME Canadian Council of Ministers of the Environment. En línea: <http://st-ts.ccme.ca/en/index.html>. Consultado en junio 2020.

Cerda A, Chapela MC, 2010. Promoción de la salud y poder: reformulaciones desde el cuerpo-territorio y la exhibición de derechos, México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Chang FC, Simcik MF, Capel PD, 2011. Occurrence and fate of the herbicide glyphosate and its degradate aminomethylphosphonic acid in the atmosphere. *Environmental Toxicology and Chemistry* 30:548–555.

Chau NDG, Sebesvari Z, Amelung W, Renaud FG, 2015. Pesticide pollution of multiple drinking water sources in the Mekong Delta, Vietnam: evidence from two provinces. *Environmental Science and Pollution Research* 22 (12): 9042-9058.

CNA, 2020. Censo Nacional Agropecuario 2018. En línea: <https://cna2018.indec.gob.ar/>. Consultado en marzo 2020.

COPR, 1986. Control of Pesticides Regulation. En línea <https://www.hse.gov.uk/biocides/copr/#:~:text=The%20Control%20of%20Pesticides%20Regulations,some%20types%20of%20biocidal%20products>. Consultado en marzo 2020.

Corte Interamericana de Derechos Humanos, 2017. Opinión consultiva OC-23/17 solicitada por la república de Colombia: Medio ambiente y derechos humanos. En línea [http://www.corteidh.or.cr/docs/opiniones/seriea\\_23\\_esp.pdf](http://www.corteidh.or.cr/docs/opiniones/seriea_23_esp.pdf). Consultado en marzo 2020.

Costa JC, López L, y Taberner J, 2000. Pluralismo epistemológico, ciencia participativa y diálogo de saberes como medios de renovación cultural. *Cultura y Educación*, 12(1-2):181-187.

Coupe RH, Manning MA, Foreman WT, Goolsby DA, Majewski MS, 2000. Occurrence of pesticides in rain and air in urban and agricultural areas of Mississippi, April-September 1995. *The Science of the Total Environment*, 248:227-240.

Coupe RH, SJ Kalkhoff, PD Capel, C Gregoire, 2012. Fate and Transport of Glyphosate and Aminomethylphosphonic Acid in Surface Waters of Agricultural Basins. *Pest Management Science* 68(1):16-30.

Cuenca V, Delgado F, Surghi M, 2010. Paren de Fumigar: el caso de los Vecinxs Autoconvocadxs por un ambiente sano de Oncativo. Memoria Académica VI Jornadas de Sociología de la UNLP, La Plata, Argentina. En línea [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.5204/ev.5204.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.5204/ev.5204.pdf). Consultado en septiembre 2019.

De Brabander HF, Noppe H, Verheyden K, Vanden Bussche J, Wille K, Okerman L, Vanhaecke L, Reybroeck W, Ooghe S, Croubels S, 2009. Residue analysis: future trends from a historical perspective. *Chromatography A* 46:7964-76.

De Castro MC, Mac Loughlin TM, López Aca V, Orofino L, Davidovich I, Marino DJ, Bernasconi C, 2017. Plaguicidas en espacios públicos urbanos: caso de estudio y propuestas para su prohibición. IV congreso internacional de salud socioambiental, Rosario, Argentina.

De Gerónimo E, Aparicio VC, Bárbaro S, Portocarrero R, Jaime S, Costa JL, 2014. Presence of pesticides in surface water from four sub-basins in Argentina. *Chemosphere* 107:423–431.

De Souza Silva CJ, Santamaría J, Mato Bode MA, Valle Lima S, Gomes de Castro AM, Salazar L, Maestrey A, Rodríguez N, Sambonino P, Álvarez-González FJ, 2005. La innovación de la innovación institucional, De lo universal, mecánico y neutral a lo contextual, interactivo y ético desde una perspectiva latinoamericana. Red Nuevo Paradigma, Quito, Ecuador, 370 pp.

Dos Santos Souza G, Alves da Costa LC, Coelho Maciel A, Vasconcelos Reis FD, de Aguiar Pontes Pamplona Y, 2017. Presence of pesticides in atmosphere and risk to human health: a discussion for the Environmental Surveillance. *Ciência & Saúde Coletiva* 22(10):3269-3280.

De Souza RM, Seibert D, Quesada, HB, de Jesus Bassetti F, Fagundes-Klen, MR, Bergamasco R, 2020. Occurrence, impacts and general aspects of pesticides in surface water: A review. *Process Safety and Environmental Protection* 135:22-37.

Di Marzio WD, Sáenz ME, Alberdi JL, Fortunato N, Cappello V, Montivero C, Ambrini G, 2010. Environmental impact of insecticides applied on biotech soybean crops in relation to the distance from aquatic ecosystems. *Environmental Toxicology and Chemistry* 29(9):1907-17.

Dolan T, Howsam P, Parsons DJ, Whelan MJ, 2013. Is the EU Drinking Water Directive Standard for Pesticides in Drinking Water Consistent with the Precautionary Principle? *Environmental Science and Technology* 47(10):4999–5006.

DPN, 2010. Defensoría del Pueblo de la Nación, Niñez y Riesgo Ambiental en Argentina, dirigido por Cristina Maiztegui, coordinado por Martín Delucchi. Ed. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD Argentina: Defensor del Pueblo de la Nación, Unicef Argentina; Organización Panamericana de la Salud - OPS: Oficina Internacional del Trabajo, 1era edición, Buenos Aires, Argentina, 150 pp.

DWI, 2010. Drinking Water Inspectorate Pesticides, United Kingdom

Dubny S, Peluso F, Masson I, Othax N, González Castelain J, 2018. Application of a health risk assessment model for cattle exposed to pesticides in contaminated drinking waters: A study case from the Pampas region, Argentina. *Chemosphere*, 196:585–592.

Díaz de Terán M. C, 2007. Derecho medioambiental. Riesgo y precaución, notas en relación con la Directiva 2001/18/CE sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente. Universidad de Navarra, España. En línea <https://www.uv.es/cefd/15/diazdeteran.pdf>. Consultado julio 2020.

Daughton CG, 2003. Cradle-to-cradle stewardship of drugs for minimizing their environmental disposition while promoting human health. I. Rational for and avenues toward a green pharmacy. *Environmental health Perspective* 111:757-774.

Durand G, Barceló D, 1991. Confirmation of chlorotriazine pesticides, their degradation products and organophosphorus pesticides in soil samples using gas chromatography-mass spectrometry with electron impact and positive- and negative-ion chemical ionization. *Analytica Chimica Acta* 243:259-271.

Elorza A, Müller B, Roffinelli G, Saludas ME, Vuarant S, 2015. Conflictos sociales y actividades extractivas en Argentina. Trabajo de Investigación, Fundación de Investigaciones Sociales y Políticas Montevideo, Buenos Aires, Argentina, 68 pp.

Estimaciones agrícolas, 2019. Secretaría de Agroindustria. En línea <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>. Consultado en septiembre 2019.

ETC, 2019. Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración. Tecnofusiones Comestibles, mapa del poder corporativo en la cadena alimentario. En línea [https://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/0\\_etc\\_platetecthronics-26\\_oct-4web.pdf](https://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/0_etc_platetecthronics-26_oct-4web.pdf). Consultado en enero 2021.

Etchegoyen MA, López Aca V, Muntaner L, Galarza J, Sabanes I, Peluso, L, Marino DJ, 2016. El monitoreo ambiental como una herramienta de defensa del territorio: experiencia de trabajo con el Movimiento Campesino de Santiago del Estero-VC, VI Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental SETAC Argentina, Córdoba, Argentina.

Etchegoyen MA, Ronco AE, Almada P, Abelando M, Marino DJ, 2017. Occurrence and fate of pesticides in the Argentine stretch of the Paraguay-Paraná basin. *Environmental Monitoring and Assessment* 189:63.

Etchegoyen MA, Stimbaum C, 2018a. Transitando por el camino de la complejidad ambiental: La experiencia extensionista del Espacio Multidisciplinario de Interacción Socioambiental, Capítulo 2. En *Agroecología, Ambiente y Salud: Escudos Verdes Productivos y Pueblos Sustentables*, Eds. Pengue WA y Rodríguez AF, Ed. Fundación Heinrich Böll Stiftung, 1era edición, Buenos Aires y Santiago de Chile, 33-64 pp.

Etchegoyen MA, Bernasconi C, MacLoughlin TM, Santillán JM, Marino DJG, 2018b. Fronteras permeables: glifosato en espacios públicos urbanos. VII Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental, San Luis, Argentina.

EPA, 2001. An overview of Risk Assessment and RCRA. EPA530-F-00-032: Washington D.C.

Fabiano MA, Demetrio P, Marino DJG, 2014. Estudio de niveles de plaguicidas en suelos de la región pampeana. Trabajo Final de la Licenciatura en Química y Tecnología Ambiental, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

FAO, 2002. Food and Agriculture Organization, International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. En línea <http://www.fao.org/docrep/005/y4544e/y4544e00.htm>. Consultado en marzo 2020.

FAO, 2004. Irrigation and Drainage Papers: Control of water pollution from agriculture, Roma. En línea: <http://www.fao.org/docrep/W2598E/>. Fecha de consulta enero 2021.

Farenhorst A, Andronak LA, 2015. Bulk Deposition of Pesticides in a Canadian City: Part 1. Glyphosate and Other Agricultural Pesticides. *Water Air Soil Pollution* 226, 47.

Federovisky S, 2007. Historia del medio ambiente: la transformación de la naturaleza: de mundo ajeno y amenazante a especie por conquistar. La génesis del movimiento ambientalista, Colección Estación Ciencia, dirigida por Leonardo Moledo. Ed. Capital Intelectual. Buenos Aires. Argentina, 95pp.

Fernandes FL C, Volcão M, Ramires PF, Moura R, F. M. R. Da Silva Júnior FMR, 2020. Distribution of pesticides in agricultural and urban soils of Brazil: a critical review. *Environmental Science: Processes and Impacts* 10.1039.C9EM00433E.

Ferrer M y Cabrini SM, 2018. Descripción del conflicto en torno al uso de agroquímicos en el área periurbana de localidades del norte de la provincia de Buenos Aires, Capítulo 3. En *Agroecología, Ambiente y Salud: Escudos Verdes Productivos y Pueblos Sustentables*, Eds. Pengue WA y Rodríguez AF, Ed. Fundación Heinrich Böll Stiftung, 1era edición, Buenos Aires y Santiago de Chile, 2018.

Fontaine G, 2004. Enfoques Conceptuales y metodológicos para una sociología de los conflictos ambientales. En Cardenas M y Rodríguez M Editores, Guerra, Sociedad y Medio Ambiente, Ed. Foro Nacional Ambiental, Bogotá, Colombia, 545 pp.

Folchi D, 2001. Conflictos de contenido ambiental y ecologismo de los pobres: no siempre pobres, ni siempre ecologistas. *Ecología política*, 22:79-101.

Forero JR, 2009. Extracción de plaguicidas en suelo empleando dióxido de carbono supercrítico. *Rev.colomb. quim.* 38(3):425-434.

Funtowicz S y Ravetz JR, 1993. Epistemología política, Ciencia con la gente, Ed. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires, Argentina, 94 pp.

Funtowicz S, 1994. Transcripción de la Conferencia realizada en la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Buenos Aires, mayo 1994. Material teórico del curso: Conflictos ambientales planificación participativa y mediación – Ciclo 2015, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).

Funtowicz S, Hidalgo C, 2008. Ciencia y Política con la gente en tiempos de incertidumbre, conflicto de intereses e indeterminación. En Apropriación social de la Ciencia, Cerezo AJL y Gómez González Eds., Biblioteca Nueva Ed. 193-213 pp.

Gagneten AM, Regaldo L, Romero N, Van Opstal N, Licursi M, Reno U, Gervasio S, Marchese M, 2020. Impacto de la actividad agrícola en sistemas acuáticos de las provincias de Santa Fe y Entre Ríos., Facultad de Humanidades y Ciencias, UNL. Contribuciones al Estudio Latinoamericano del Rururbano:488-504.

Galafassi G, Zarrilli AG, 2002. Ambiente, Sociedad y Naturaleza. Entre la teoría social y la historia, Ed. UNQUI, Buenos Aires, 105pp.

Galeano D, Trotta L, Spinelli H, 2011. Juan César García y el movimiento latinoamericano de medicina social: notas sobre una trayectoria de vida. Salud Colectiva, 7(3):285-315.

García JE, 2007. Introducción a los plaguicidas. Ed. EUNED, 1era edición, San José de Costa Rica, 472pp.

García JE, 2008. La caja de pandora de los plaguicidas. En línea <http://biologia.ucr.ac.cr/profesores/Garcia%20Jaime/AGROVENENOS/CAJA%20DE%20PANDORA%20DE%20LOS%20PLAGUICIDAS.pdf>. Consultado en marzo 2020.

Giarraca N, Teubal M, 2013. Actividades extractivas en expansión: ¿reprimarización de la economía argentina? Ed. Antropofagia, 1era edición, Buenos Aires, 256 pp.

Giesy JP, Dobson S, Solomon K, 2000. Ecotoxicological Risk Assessment for Roundup Herbicide. Reviews of Environmental Contaminant Toxicology 167:35-120.

Gil Y, Sinfort C, 2005. Emission of pesticides to the air during sprayer application, A bibliographic review. Atmospheric Environment, 39:5183-5193.

Gilliom RJ, Barbash JE, Crawford CG, Hamilton PA, Martin JD, Nakagaki N, Nowell LH, Scott JC, Stackelberg, PE, Thelin GP, Wolock, DM(Eds.), 2006. The Quality of Our Nation's Waters - Pesticides in the nation's streams and ground water, 1992-2001, U.S. Geological Survey Circular. U.S. Geological Survey, Reston, VA.

Gilliom RJ, 2007. Pesticides in U.S. Streams and Groundwater. American Chemical Society

Giordano G, Pérez M, Pérez RA, 2017. Ordenanzas que restringen el uso de agroquímicos: análisis de la experiencia de Villa San José, provincia de Santa Fe. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 116 (2): 279-286.

Giraldo OF, 2018. Ecología política de la agricultura. Agroecología y posdesarrollo. Ed. El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas, México, 211 pp.

Göbel Ibero B, Ulloa A, 2014. Extractivismo minero en Colombia y América Latina. Ed. Biblioteca Abierta, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Grupo Cultura y Ambiente Berlín, 518 pp.

González M, Miglioranza KS, Grondona SI, Silva Barni MF, Martínez DE, Peña A, 2013. Organic pollutant levels in an agricultural watershed: the importance of analyzing multiple matrices for assessing stream water pollution. Environmental Science: Processes & Impacts 15:739-750.

González Maraschio MF, Tsakoumagkos PD, Reboratti CE, 2017. Procesos económicos y territoriales en la frontera urbano-rural, Cuatro partidos del noroeste del AMBA desde 1980. Tesis de Doctorado de la Universidad Nacional de Luján en la Orientación Ciencias Sociales y Humanas, Argentina, 401 pp.

Grain, 2013. La República Unida de la Soja recargada. En línea <https://www.grain.org/es/article/4739-la-republica-unida-de-la-soja-recargada>. Consultado en agosto 2020.

Gras C, Göbel B, 2014. Agronegocio y desigualdades socioambientales: la soja en Argentina, Brasil y Uruguay. En Göbel B, Góngora M Editoras, Desigualdades socioambientales en América Latina., Ed. Biblioteca Abierta Colección General, serie Perspectivas Ambientales. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Primera edición. Ibero-Amerikanisches Institut. Bogotá, 211-255 pp.

Gressel J, Segel LA, 1978. The paucity of genetic adaptive resistance of plants to herbicides: possible biological reasons and implications. Journal of Theoretical Biology 75:349-371.

GRR, 2013. Grupo de Reflexión Rural, El video del Grupo de Reflexión Rural. En línea <https://www.youtube.com/watch?v=5SrrOyXDzcl>. Consultado en marzo 2020.

Gutiérrez, 2009. Hablar con el Bosque, Breve introducción a la filosofía ambiental para educadores. Ed. La Crujía Ediciones, 1era edición, Buenos Aires, 160 pp.

Gutiérrez M, Yanniello F, Elisio S, Andrinolo D, 2017. La extensión universitaria como herramienta de intervención en los conflictos socioambientales. Ediciones UNL, Revista +E 7(7):204-213.

Hanke I, Singer H, Hollender J, 2008. Ultratrace-level determination of glyphosate, aminomethylphosphonic acid and glufosinate in natural waters by solid-phase extraction followed by liquid chromatography–tandem mass spectrometry: performance tuning of derivatization, enrichment and detection. Analytical and Bioanalytical Chemistry 391:2265-2276.

- Hanna, 2019. Conductividad y Sólidos Disueltos. En línea: <https://www.hannainst.es/blog/79/conductividad-y-solidos-disueltos>. Consultado en enero 2020.
- Heiri O, Lotter AF, Lemcke G, 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate.
- Hernández VA, 2007. El fenómeno económico y cultural del boom de la soja y el empresariado innovador. *Desarrollo Económico* 47(187): 331-365.
- Hidalgo C, 2015. Ciencia posnormal, planificación participativa y comunidad extendida de pares. Material teórico del curso: Conflictos ambientales planificación participativa y mediación - Ciclo 2015, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).
- Huang X, Pedersen T, Fischer M, White R, Young TM, 2004. Herbicide Runoff along Highways. 1 Field Observations. *Environ. Sci. Technol.* 38:3263-3271.
- Humphries D, Byrtus G, Anderson AM, 2005. Glyphosate Residues in Alberta's Atmospheric Deposition, Soils and Surface Waters. Water Research Users Group Alberta Environment, ISBN: 0-7785-4036-7 (On-line Edition), 51pp.
- Hunt L, Bonetto C, Resh VH, Forsin Buss D, Fanelli S, Marrochi N, Lydy MJ, 2016. Insecticide concentrations in stream sediments of soy production regions of South America. *Science of the Total Environment* 547:114–124.
- Ibáñez M, Pozo OJ, Sancho JV, López FJ, Hernández F, 2006. Re-evaluation of glyphosate determination in water by liquid chromatography coupled to electrospray tandem mass spectrometry. *Journal Chromatography A* 1134:51–55.
- ICH, 2005. Validation of analytical procedures: Text and methodology. Q2(R1), Current Step 4 version, Parent Guideline dated 27 October 1994
- IIGG, 2008. Informe Lavboratorio, Instituto de Investigaciones Gino Germani, Soja y agronegocios en la Argentina: la crisis del modelo. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Argentina/iigg-uba/20120626030815/lavbo22.pdf>
- INDEC, 2012. Instituto Nacional de Estadística y Censos Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010: censo del Bicentenario: resultados definitivos, Serie B n°2, 1era edición, Buenos Aires, 378 pp.
- INFOSTAT, 2008. Software Estadístico, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- INTA, 2012. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Evolución del mercado de herbicidas en Argentina. Instituto de Ingeniería rural, economía y desarrollo agroindustrial 1(2):1-5.
- INTA EEA Rafaela, 2011. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Rafaela. Castignani H, Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales, Zonas Agroecológicas Homogéneas Santa Fe. En línea [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_zah\\_santa\\_fe.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_zah_santa_fe.pdf). Consultado en febrero 2020.
- ILSI, 2012. Instituto Internacional de Ciencias de la Vida, Argentina. Clasificación Toxicológica y Etiquetado de Productos Fitosanitarios, Criterios Regulatorios Locales e Internacionales, Serie de Informes Especiales, Volumen II.
- ISSA, 2016. Instituto de Salud Socioambiental, Facultad de Ciencias Médicas UNR. Informe final del trabajo de investigación del perfil de morbilidad referida por la comunidad de la localidad de San salvador, Entre Ríos, 20 pp.
- ISAAA, 2019. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Application. En línea: <http://www.isaaa.org/resources/infographics/wherearebiotechcropsgrown/2018%20Where%20Are%20Biotech%20Crops%20Grown%20in%20the%20World.pdf>. Consultado en agosto 2019.
- Jergentz S, Mugni, Bonetto C, Schulz R, 2005. Assessment of insecticide contamination in runoff and stream water of small agricultural streams in the main soybean area of Argentina. *Chemosphere* 61(6):817-26.
- Jin X, Liu Y, Qiao X, Guo R, Liu C, Wan, X, Zhao X, 2019. Risk assessment of organochlorine pesticides in drinking water source of the Yangtze River. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 182,109390.
- Joensen L, Semino S, 2004. Argentina: Estudio de caso sobre el impacto de la soja, Grupo de Reflexión Rural (GRR). En línea <http://www.elcorreo.eu.org/Argentina-estudio-de-caso-sobre-el-impacto-de-la-soja-RR?lang=fr>. Consultado en septiembre 2019.
- Kahl MB, 2015. Principales características de los insecticidas utilizados en el cultivo de soja. INTA, Estación Experimental Agropecuaria de Paraná. Serie Extensión Digital- Segundo Trimestre- N°5
- Kim KH, Kabir E, Jahan SA, 2017. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the Total Environment*, 575:525-535.
- Kjær J, Ernsten V, Jacobsen OH, Hansen N, de Jonge, LW. Olsen P, 2011. Transport modes and pathways of the strongly sorbing pesticides glyphosate and pendimethalin through structured drained soils. *Chemosphere* 84:471-479.
- La Vaca, 2015. Nota periodística “La salud no calla”. En línea: <https://www.lavaca.org/mu88/la-salud-no-calla/>. Consultado en febrero 2021.
- Lakes Environmental, 2018. Lakes Environmental | WRPLOT View [free] - Wind Rose Plots for Meteorological Data. Retrieved from <https://www.weblakes.com/products/wrplot/index.html>



- Lajmanovich RC, Cabagna M, Peltzer PM, Stringhini GA, Attademo AM, 2005. Micronucleus induction in erythrocytes of the *Hyla pulchella* tadpoles (Amphibia: Hylidae) exposed to insecticide endosulfan. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 587(1-2): 67–72.
- Lander E, 2008. La ciencia neoliberal. *Tabula Rasa* 9:247-283.
- Larreche JI, 2014. El auge de la soja: ¿el retroceso de la dignidad agraria? Libro de Resumen del I Congreso Latinoamericano de Conflictos Ambientales, Buenos Aires, Argentina. ISBN 9789873367182
- Laurell AC, 1982. La salud-enfermedad como proceso social. *Cuadernos Médico Sociales*, vol. 19.
- Lebel J, 2005. Salud, Un enfoque ecosistémico. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Primera edición en castellano, Colombia, 62 pp.
- Lederach JP, 1994. Un marco englobador de la transformación de conflictos sociales crónicos. Centro de Investigación por la Paz Gernika, 20 pp.
- Leff E, 2000. La complejidad ambiental. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 6(16):1-9.
- Leff E, 2004. Racionalidad Ambiental, La reapropiación social de la naturaleza. Ed. Siglo XXI, primera edición, México, 536 pp.
- Leff E, 2006. La Ecología Política en América Latina un campo en construcción. En *Los tormentos de la materia, Aportes para una ecología política latinoamericana*, Compilador Alimonda H. Ed. CLACSO, 1era edición, 21-40 pp.
- Leguizamón A, 2014. Modifying Argentina: GM soy and socio-environmental change. *Geoforum* 53:149-160.
- Leguizamón A, 2016. Environmental Injustice in Argentina: Struggles against Genetically Modified Soy. *Journal of Agrarian Change*, 16(4):684-692.
- Leiva PD, 2007. Calidad de aplicación de plaguicidas. Centro Internacional de Capacitación INTA-CIMMYT. I Jornada de Control Químico de enfermedades del trigo. Centro Internacional de Capacitación INTA –CIMMYT, 15 pp.
- Lerda D, Bardaji M, Demarchi V, Villa O, 2001. Contaminación del aire por silos, su incidencia sobre la salud, una problemática regional. *Arch Alergia Inmunol Clin* 32:2:52-56.
- Li Z, Jennings A, 2017. Worldwide Regulations of Standard Values of Pesticides for Human Health Risk Control: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(7):826-867
- Lorenzatti EA, Negro CL, De la Sierra P, Marino F, Lenardón A, 2008. Plaguicidas en aire. Estudio preliminar en la ciudad de Santa Fe. *Revista FABICIB*, 12:129-135.
- Loewenson R, Laurell AC, Hogstedt C, D'Ambruoso L, Shroff Z, 2014. Investigación-acción participativa en sistemas de salud: Una guía de métodos. Ed. TARSC, AHPSR, WHO, IDRC Canada, EQUINET, Harare, 120 pp.
- Loewy RM, Carvajal LG, Novelli M, Pechen de D'Angelo AM, 2006. Azinphos Methyl Residues in Shallow Groundwater from the Fruit Production Region of Northern Patagonia, Argentina. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 41:869–881.
- Loewy RM, 2011. Dinámica Ambiental de plaguicidas, Capítulo 4. En Anguiano OL, Montagna CM, Clasificación y toxicología de plaguicidas, EDUCO, Universidad Nacional de Comahue, Neuquén 237-265 pp.
- Lozowicka B, Jankowska M, Rutkowska E, Kaczynski P, Hrynko I, 2012. Comparison of extraction techniques by matrix solid phase dispersion and liquid-liquid for screening, 150 pesticides from soil, and determination by gas chromatography. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(4):973-992.
- Lukaszewicz G, Iturburu FG, Garanzini DS, Menone ML, Pflugmacher S, 2019. Imidacloprid modifies the mitotic kinetics and causes both aneugenic and clastogenic effects in the macrophyte *Bidens laevis* L. *Heliyon*, 5(7): e02118.
- Lupi L, Bedmar F, Puricelli M, Marino DJ, Aparicio VC, Wunderlin D, Miglioranza KSB, 2019. Glyphosate runoff and its occurrence in rainwater and subsurface soil in the nearby area of agricultural fields in Argentina. *Chemosphere* 225:906-914.
- Mac Loughlin TM, Peluso L, Marino DJG, 2017a. Pesticide impact study in the peri-urban horticultural area of Gran La Plata, Argentina. *Science of the Total Environment*, 598:572-580.
- Mac Loughlin TM, De Castro MC, López Aca V, Orofino A, Davidovich I, Bernasconi C, Alonso L, Etchegoyen MA, Peluso ML, Marino DJG, 2017b. La química ambiental como herramienta de transformación social: glifosato en espacios públicos urbanos y propuestas para su prohibición. IV Congreso Internacional Científico y Tecnológico, La Plata, Argentina.
- Maccio F, 2014. Ley de Agroquímicos de la Provincia de Córdoba ¿Necesidad de reforma o de mayor responsabilidad del Estado? Trabajo final de graduación de Abogacía, Universidad Empresarial, siglo XXI.
- Majewski MS, Coupe RH, Foreman WT, Capel PD, 2014. Pesticides in Mississippi air and rain: a comparison between 1995 and 2007. *Environmental Toxicology and Chemistry* 33:1283–1293.
- Marino D, Ronco AE, 2005. Cypermethrin and chlorpyrifos concentration levels in surface water bodies of the Pampa Ondulada, Argentina. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 75(4):820-826.
- Markich S, Brown P, Batley G, Apte S, Stauber J, 2001. Incorporating metal speciation and bioavailability into water quality guidelines for protecting aquatic ecosystems. *Australasian Journal of Ecotoxicology* 7:109-122.
- Martínez Alier J, 2014. The environmentalism of the poor. *Geoforum* 54:239-241.



- Masiá A, Vásquez K, Campo J, Picó Y, 2015. Assessment of two extraction methods to determine pesticides in soils, sediments and sludges. Application to the Túría River Basin. *Journal of Chromatography A* 1378:19-31.
- Massarini A, Schnek A, 2015. Ciencia entre todxs: tecnociencia en contexto social, una propuesta de enseñanza, Ed. Paidós, 1era edición, Buenos Aires, Argentina, 320 pp.
- Mc Ginn AP, 2000. Why Poison Ourselves? A Precautionary Approach to Synthetic Chemicals. Chris Bright, Editor, Worldwatch Paper 153, 92 pp.
- Md Meftaul I, Venkateswarlu K, Dharmarajan R, Annamalai P, Megharaj M, 2019. Pesticides in the urban environment: a potential threat that knocks at the door. *Science of The Total Environment*, 711-134612.
- Méndez M, 2014. Dr. Medardo A. Vazquez, sobre los casos de cáncer en San Salvador / E. Ríos. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=9qV-zznZNeI>; <https://www.youtube.com/watch?v=GRNJCgoJZc0>; <https://www.youtube.com/watch?v=qY3JG4F2O9E> Consultado en enero 2021.
- Méndez M, 2015a. Monte Maíz: hablan los afectados (I). Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=nt42L8Sg1uE>. Consultado en febrero 2020.
- Méndez M, 2015b. Monte Maíz: hablan los afectados (II), (III) y (IV). En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=j5IDgr3kmhU>, <https://www.youtube.com/watch?v=OUVZ0VC3ukE>, <https://www.youtube.com/watch?v=LhxrJwAr2W8>. Consultado en febrero 2020.
- Méndez M, 2015c. Testimonios de vecinos de San Salvador/ Entre Ríos; El médico Damián Verzeñassi, habla del relevamiento sanitario en San Salvador; Testimonios: Dr. Damián Marino y equipo de UNLP, en San Salvador /Entre Ríos. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=Y9MRkeMYubA>; <https://www.youtube.com/watch?v=YmRyo9cQTro>; <https://www.youtube.com/watch?v=xBlcbLAzhN8>; <https://www.youtube.com/watch?v=oVlra2IQUb8>. Consultado noviembre 2020
- Merlinsky MG, 2009. Atravesando el río: la construcción social y política de la cuestión ambiental en Argentina. Dos estudios de caso en torno al conflicto por las plantas de celulosa en el río Uruguay y al conflicto por el saneamiento de la cuenca Matanza-Riachuelo. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Universidad París VIII.
- Merlinsky, 2013. Cartografías del conflicto ambiental en Argentina, Ed. Fundación CICCUS, primera edición, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 320 pp.
- Merlinsky G, Toledo López V, Schmidt M, Fernández Bouzo S, Tobías M, Langbehn L, Pereira P, Capalbo T, 2018. Defender lo común: qué podemos aprender de los conflictos ambientales, 1era edición, Instituto de Investigaciones Gino Germani - UBA, Buenos Aires, 60pp.
- Miglioranza KS, González M, Ondarza PM, Shimabukuro VM, Isla FI, Fillmann G, Aizpún JE, Moreno VJ, 2013. Assessment of Argentinean Patagonia pollution: PBDEs, OCPs and PCBs in different matrices from the Río Negro basin. *Science Total Environmental* 452-453, 275-285.
- Montagna CM, 2011. Principios básicos de Toxicología, Capítulo 1. En Anguiano OL, Montagna CM, Clasificación y toxicología de plaguicidas, Ed. EDUCO, Universidad Nacional de Comahue, Neuquén 15-60 pp.
- Morshed M, Dzolkhifli O, Mohamad RB.; Wahed S.B.A. (2011). Determination of glyphosate through passive and active sampling methods in a treated field atmosphere. *African Journal of Agricultural Research*, Vol 6 (17), p 4010-4018.
- MIOPyV, 2017. Ministerio del Interior de Obras Públicas y Viviendas. Planificación estratégica urbano-ambiental, Monte Maíz 2030. En línea <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-loc/Cordoba/Planificacion-Estrategica-Urbano-Ambiental-Monte-Maiz-2030.pdf>. Consultado en abril 2020.
- Mugni H, Ronco A, Bonetto C, 2011. Insecticide toxicity in runoff and stream water within a soybean field (Buenos Aires, Argentina). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74:350-354.
- Multimedios Gráficos La semana, 2018. El polvillo del arroz y la salud de los vecinos. En línea: [Elasemanaentredosrios.com/el-polvillo-del-arroz-y-la-salud-de-los-vecinos/](http://Elasemanaentredosrios.com/el-polvillo-del-arroz-y-la-salud-de-los-vecinos/). Consultado febrero 2021.
- Mwevura H, Kylin H, Vogt T, Bouwman H, 2021. Dynamics of organochlorine and organophosphate pesticide residues in soil, water, and sediment from the Rufiji River Delta, Tanzania. *Regional Studies in Marine Science* 41-10160.
- Natenzon C, 2015. Problemática ambiental actual y conflictos socioambientales. Material teórico del curso: Conflictos ambientales planificación participativa y mediación – Ciclo 2015, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).
- OCSA, 2013. Observatorio de Conflictos Socioambientales, Secretarías de Planeamiento y Relaciones Institucionales. Ordenanzas sobre fumigaciones en localidades de la provincia de Córdoba. Un análisis comparativo preliminar. En línea <https://www.unrc.edu.ar/unrc/ocsa/docs/fumig-ordenanzas.pdf>. Consultado en febrero 2020.
- OCSA, 2014. Observatorio de Conflictos Socioambientales, Secretarías de Planeamiento y Relaciones Institucionales. Relevamiento de Conflictos Socioambientales 2012-2014. En línea: <https://www.unrc.edu.ar/unrc/ocsa/docs/rel-conflictos-12-14.pdf>. Consultado en noviembre 2019.
- OECD, 1981. Guidelines for Testing of Chemicals, Vol.107, Partition Coefficients, OECD, Paris.

ONU, 2003. Organización de las Naciones Unidas, Agua para todos, Agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, Francia.

OMS, 2002. Informe sobre la salud en el mundo, Reducir los riesgos y promover una vida sana. En línea <https://www.who.int/whr/2002/es/>. Consultado en junio 2020.

OMS, 2006. Organización Mundial de la Salud, Guías para la calidad del agua potable, Volumen 1, 3era edición, ISBN 92 4 154696 4.

OPS, 1999. Organización Panamericana de la Salud, Planificación local participativa: Metodologías para la Promoción de la Salud en América Latina y el Caribe, Serie PALTEX para Ejecutores de Programas de Salud No.41, Canadá, 220 pp.

OPS, 2010. Organización Panamericana de la Salud, Determinantes ambientales y sociales de la salud, Galvao L, Finkelman J, Henao, Editores, México, D.F.: OPS/OMS.

Orellana R, 1999. Conflictos ¿sociales, ambientales, socioambientales? Conflictos y controversias en la definición de los conceptos. En Comunidades y Conflictos Socioambientales: experiencias y desafíos en América Latina, Ortiz P Editor, Ed. Abya-Yala, Quito, 331-343 pp.

Otero G, 2013. El régimen alimentario neoliberal y su crisis: Estado, agroempresas multinacionales y biotecnología. Antípoda Revista de Antropología y Arqueología 17:49-78.

Paganelli A, Gnazzo V, Acosta H, López SL, Carrasco AE, 2010. Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling. Chemical Research in Toxicology 23(10):1586–1595.

Palacio JM, 2000. La antesala de lo peor: La economía argentina entre 1914 y 1930. En Democracia, conflicto social y renovación de ideas (1916-1930), Falcón R Compilador, Ed. Sudamericana, Buenos Aires.

Pankow JF, 1994. An absorption model of gas/particle partitioning of organic compounds in the atmosphere. Atmospheric Environment 28:185-188.

Paracampo A, Mugni H, Demetrio P, Pardi M, Bulus G, Asborn M, Bonetto C. Toxicity persistence in runoff and soil from experimental soybean plots following insecticide applications. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 47(8):761-768.

Pelosi C, Bertrand C, Daniele G, Coeurdassier M, Benoit P, Nélieu S, Lafay F, Bretagnolle V, Gaba S, Vulliet E, Fritsch C, 2021. Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: A silent threat? Agriculture Ecosystems & Environment 305-107167.

Pengue WA, 2000. Cultivos transgénicos, ¿Hacia dónde vamos?, Ed. Lugar Editorial UNESCO, Buenos Aires, Argentina, 76 pp.

Pengue WA, 2001. Impactos de la expansión de la soja en Argentina, Globalización, desarrollo agropecuario e ingeniería genética: Un modelo para armar. Biodiversidad 24:7-14.

Pengue WA, 2002. Aspectos tecnológicos, ambientales y socioeconómicos de la agricultura pampeana durante la última década: Impactos, resultados y consecuencias. Encuentro auspiciado por PROBIOMA Productividad Biosfera y Medio Ambiente y ANAPO, Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas y Trigo, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Pengue WA, 2004a. La ingeniería genética y la intensificación de la agricultura argentina: algunos comentarios críticos, capítulo 7. En Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate Abierto, Bárcena A, Katz J, Morales C, Schaper M, Ed. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile. 167-183pp.

Pengue WA, 2004b. Producción agroexportadora e (in)seguridad alimentaria: el caso de la soja en Argentina, Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 1:46-55.

Pengue WA, 2009. Cuestiones económico-ambientales de las transformaciones agrícolas en las pampas. Problemas del Desarrollo 40(157):137-161.

Pengue WA, 2017. El vaciamiento de las Pampas La exportación de nutrientes y el final del granero del mundo. Ed. Fundación Heinrich Böll Stiftung, Buenos Aires y Santiago de Chile, 187 pp.

Pengue WA, 2018. Introducción, Las transformaciones urbano-rurales en la Argentina, Conflictos, consecuencias y alternativa en los albores del milenio, Capítulo 1. En Agroecología, Ambiente y Salud: Escudos Verdes Productivos y Pueblos Sustentables, Eds. Pengue WA y Rodríguez AF, Ed. Fundación Heinrich Böll Stiftung, 1era edición, Buenos Aires y Santiago de Chile, 13-32 pp.

PEP, 2008. Plan estratégico provincial de Santa Fé, cinco regiones una sola provincia. En línea: [https://www.santafe.gov.ar/archivos/PEP\\_parte\\_1.pdf](https://www.santafe.gov.ar/archivos/PEP_parte_1.pdf). Consultado febrero 2020.

Percudani MS, De Castro MC, Stimbaum C, Soeff Belkenoff I, Davidovich, Mac loughlin T, González P, Barbieri S, Vittori S, Etchegoyen MA, Alonso L, Bernasconi C, Muntaner L, Galarza MJ, Peluso ML, Marino D, 2016. Los campamentos socioambientales como plataforma integral de diagnóstico de campo, de salud colectiva. VI Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental de Argentina, Córdoba.

Percudani MC, Stoeff Belkenoff I, Vittori S, Barbieri SC, Navarro M, Orofino M, Peluso ML, Alonso, LL, 2017. Respuestas a demandas sociales ante problemáticas y accidentes ambientales. Caso de estudio: Derrame de

2,4-D en la localidad de San José de la Esquina. IV Congreso Internacional de Salud Socioambiental, Rosario, Argentina.

Percudani MC, Etchegoyen MA, Peluso ML, 2019. Estudio de escenarios de exposición ambiental a agrotóxicos en Comunidades campesinas de Santiago del Estero y su Evaluación de Riesgo asociada. Trabajo Final de la Licenciatura en Química y Tecnología Ambiental, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Pérez M, Scala MR, Mascotti M, Pérez RA, Faure D, Giordano G, Gaudino CA, Beccaria F, Molfino I, Bertone C, 2015. Los márgenes de los centros: transformaciones en los bordes urbano-rurales (BUR) en localidades agrarias pampeanas. V Congreso Latinoamericano de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales-UNLP.

Pérez DJ, Iturburu FG, Calderon G, Oyesqui LAE, De Gerónimo, Aparicio VC, 2021. Ecological risk assessment of current-use pesticides and biocides in soils, sediments and surface water of a mixed land-use basin of the Pampas region, Argentina. *Chemosphere*, 263-128061.

Pérez-Iglesias JM, Ruiz de Arcaute C, Nikoloff N, Dury L, Soloneski S, Natale GS, Larramendy ML, 2014. The genotoxic effects of the imidacloprid-based insecticide formulation Glacoxan Imida on Montevideo tree frog *Hypsiboas pulchellus* tadpoles (Anura, Hylidae). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 104:120-126.

Peruzzo PJ, Porta AA, Ronco AE, 2008. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution* 156:61-66.

Pigna F, 2005. Los mitos de la historia argentina 1, Ed. Booket, Buenos Aires, 432 pp.

Pinch TJ, Bijker WE, 2008. La construcción social de hechos y de artefactos: o acerca de cómo la sociedad de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente. En: Thomas H & Buch A. (coord.) *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. Universidad Nacional de Quilmes.

Pokhrel B, Gong P, Wang X, Chen M, Wang C, Gao S, 2018. Distribution, sources, and air-soil exchange of OCPs, PCBs and PAHs in urban soils of Nepal. *Chemosphere* 200, 532-541.

Poggiese HA, 2000. Movimientos sociales, formulación de Políticas y redes mixtas socio-gubernamentales para un nuevo "saber-hacer" en la gestión de la ciudad. Seminario Desarrollo urbano: ¿velho tema ou exigencia do presente?, IPPUR/UFRJ, Río de Janeiro.

Pórfido OD, 2013. Los plaguicidas en la República Argentina. Ed. Ministerio de Salud de la Nación, primera edición, Buenos Aires, Argentina, 192 pp.

Posada M, Martínez de Ibarreta M, 1998. Capital financiero y producción agrícola: Los "pools" de siembra en la región pampeana. *Realidad económica* n° 153.

Poth C, 2013. La ciencia en el Estado, Un análisis del andamiaje regulatorio e institucional de las biotecnologías agrarias en Argentina, Working Paper Series N° 56.

PPDB, 2019. Pesticide Properties Data Base. En línea <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/index.htm>. Consultado en noviembre 2019.

Primost JE, Marino DJG, Aparicio VC, Costa JL, Carriquiriborde P, 2017. Glyphosate and AMPA, "pseudo-persistent" pollutants under real-world agricultural management practices in the Mesopotamic Pampas agroecosystem, Argentina. *Environmental Pollution* 229:771-779.

Primost JE, Peluso ML, Ronco AE, Sasal C, 2019. Dinámica de nutrientes en aguas superficiales del Delta del Paraná. Impactos del desarrollo productivo regional en la sustentabilidad del ecosistema. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 185 pp.

Quintana J, de la Cal A, Boleda MR, 2019. Monitoring the complex occurrence of pesticides in the Llobregat basin, natural and drinking waters in Barcelona metropolitan area (Catalonia, NE Spain) by a validated multi-residue online analytical method. *Science of The Total Environment*, 692:952-965.

Ramírez Haberkon NB, Aparicio VC, Méndez MJ, 2021a. First evidence of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in the respirable dust (PM<sub>10</sub>) emitted from unpaved rural roads of Argentina. *Science of The Total Environment* 773: 145055.

Ramírez Haberkon NB, Aimar SB, Aparicio VC, Buschiazzi DE, De Gerónimo E, Costa JL, Méndez MJ, 2021b. Management effects on glyphosate and AMPA concentrations in the PM<sub>10</sub> emitted by soils of the central semi-arid region of Argentina. *Aeolian Research* 49-100658.

Ramírez Hernández A, 2009. Análisis de los conflictos ambientales en interfases urbano-rurales. Generalidades desde dos territorios de Bogotá. *Revista nodo* 6(3):71-96.

Ramos García OG, 2004. Determinación de plaguicidas organoclorados en el agua potable de CD. Victoria, TAMPAS y su potencial riesgo a la salud, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 186 pp.

Ramos SL, Garibay Chávez MG, Ballesteros AC, 2015. El campo de la salud ambiental: una oportunidad para alcanzar las metas de la educación científica. *Ambiente y Sociedad* 18(4):75-96.

Reboratti C, 2000. Ambiente y Sociedad. Conceptos y relaciones. Ed. Ariel, Buenos Aires, Argentina, 255 pp.

REDUAS, 2010. Red Universitaria de Ambiente y Salud. En línea <http://reduas.com.ar/objetivos/>. Consultado en agosto 2019.

REDUAS, 2013. El consumo de agrotóxicos en Argentina aumenta continuamente. Análisis de los datos del mercado de pesticidas en Argentina. En línea <http://reduas.com.ar/wp-content/uploads/downloads/2013/06/2-CONSUMO-AGROTOX-INFORME-2013.pdf>. Consultado en agosto 2020.

REDUAS, 2014. Red Universitaria de Ambiente y Salud, Audiovisual MM 4 minutos. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=zdsJCTeHNUg>. Consultado en enero 2021.

RIAP ER, 2007. Red de Información Agropecuaria Pampeana Entre Ríos, Paparotti O, Gvozdenovich J, Caracterización de zonas y subzonas. En línea <https://inta.gob.ar/documentos/caracterizacion-de-zonas-y-subzonas-riap-entre-rios-1>. Consultado en febrero 2020.

Rigotto RM, Vasconcelo DP, Roch MM. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública* 30(7):1-3.

Risler J, Ares P, 2013. Manual de mapeo colectivo: recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa. Ed. Tinta Limón, 1era edición, Buenos Aires, Argentina, 80 pp.

Robledo J, Lumerman P, 2009. Análisis de la conflictividad socio ambiental en Argentina. Informe Ambiental Anual. Ed. Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), Buenos Aires, Argentina, 27 pp.

Ronco AE, Peluso L, Jurado M, Bulus Rossini G, Salibián A, 2008. Screening of sediment pollution in tributaries from the southwestern coast of the Río de la Plata estuary. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, 15:67-75.

Ronco AE, 2015. Algunas respuestas sobre los impactos del uso de plaguicidas para el control de plagas en agroecosistemas de la región pampeana. *Ciencia e Investigación* 65(2):63-71.

Ronco AE, Marino DJG, Abelando M, Almada P, Apartin CD, 2016. Water quality of the main tributaries of the Paraná Basin: glyphosate and AMPA in surface water and bottom sediments. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188:458.

SAMLA, 2004. Sistema de apoyo metodológico a los laboratorios de análisis de suelos, agua, vegetales y enmiendas orgánicas. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la nación, Argentina.

Samsidar A, Siddiquee S, Md Shaarani S, 2018. A review of extraction, analytical and advanced methods for determination of pesticides in environment and foodstuffs. *Trends in Food Science & Technology* 71:188-201.

Sánchez NE, 2012. Modelo actual de desarrollo agrícola de la Argentina, Capítulo 1. En *Modelo agrícola e impacto socio-ambiental en la Argentina: monocultivo y agronegocios*, Carrasco AE, Sánchez NE, Tamagno LE, Ed. AUGM-Comité de Medio Ambiente, primera edición electrónica, 7-44 pp.

Sanchís J, Kantiani L, Llorca M, Rubio F, Ginebreda A, Fraile J, Garrido T, Farre M, 2012. Determination of glyphosate in groundwater samples using an ultrasensitive immunoassay and confirmation by on-line solid-phase extraction followed by liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Anal. Bioanal. Chem.* 402:2335-2345.

SANCO, 2009. Document No. SANCO/10684/2009. Method validation and quality control procedures for pesticide residues analysis in food and feed. Unión Europea.

Sáñez, F 2016a. Nota Periodística Agrotóxicos: La segunda muerte de Santiago Nicolás Arévalo, Border Periodismo. En línea <http://borderperiodismo.com/2016/12/12/agrotoxicos-la-segunda-muerte-de-santiago-nicolas-arevalo/>. Consultado en marzo 2020.

Sáñez, F 2016b. La Argentina Fumigada/ Fernanda Sáñez. – 1ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Ed Planeta, Buenos Aires, 456 pp.

Santandreu A, Gudynas E, 1998. Ciudadanía en movimiento. Participación ciudadana y conflictos ambientales. CLAES, FESUR y Ediciones Trilce, Montevideo.

SANTE, 2015. Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. En línea: [https://www.eurl-pesticides.eu/docs/public/tmpl\\_article.asp?CntID=727](https://www.eurl-pesticides.eu/docs/public/tmpl_article.asp?CntID=727).

Sansiñena JA, Peluso L, Salgado Costa C, Demetrio PM, Mac Loughlin TM, Marino DJG, Alcalde L, Natale G, 2018. Evaluation of the toxicity of the sediments from an agroecosystem to two native species, *Hyalella curvispina* (CRUSTACEA: AMPHIPODA) and *Boana pulchella* (AMPHIBIA: ANURA), as potential environmental indicators. *Ecological Indication* 93:100-110.

Santillán JM, Aiassa D, Marino DJG, 2018. Monitoreo integral, ambiental y genotóxico en estudiantes bajo condición de ruralidad, asociado a la problemática del uso de plaguicidas. VII Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental, San Luis, Argentina.

Sarandón SJ, 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente, El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde, Capítulo 1. En *Agroecología: El camino para una agricultura sustentable*, SJ Sarandón Editor, Ed. Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Argentina, 1-14 pp.

Sarandón SJ, Flores CC, 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Ed. Universidad de La Plata (EDULP), 1era edición, Buenos Aires, Argentina, 466 pp.

Sasal M, Wilson M, Sione S, Beghetto S, Gabioud E, Oszust J, Paravani E, Demonte L, Repetti M, Bedendo D, Medero S, Goette J, Pautasso N, Schulz G, 2017. Monitoreo de glifosato en agua superficial en Entre Ríos. La investigación acción participativa como metodología de abordaje. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 43:71-77.

Santinelli M, Doffo N, Degiovanni S, ECHEVARRIA K, ANDREAZZINI J, 2020. Cambios morfohidrológicos, inducidos por intervenciones antrópicas, en los sistemas lagunares de los bañados del Saladillo, Córdoba. *Geología del cuaternario* 17(1)-4:19.

SC, 2011. Stockholm Convention, Listing of technical endosulfan and its related isomers, 2pp.

Scharenbroch BC, Lloyd JE, Johnson-Maynard JL, 2005. Distinguishing urban soils with physical, chemical, and biological properties. *Pedobiologia* 49:283-296.

Seehaus MS, Sasal MC, Feito MC, 2019. Análisis socioambiental del uso de plaguicidas agrícolas en el municipio de Oro Verde (Entre Ríos, Argentina). Percepción de la población y cuantificación de la depositación atmosférica de plaguicidas. Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires, Área Desarrollo Rural, 105pp.

SENASA, 1990. Decreto 2121. En línea: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-2121-1990-4578/texto>. Consultado marzo 2020

SENASA, 2011. Resolución SENASA 511/11, Ref. Principio activo Endosulfan y sus productos formulados - Prohibición de importación. En línea: <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-511-2011-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria#:~:text=Buscar%20en-Resoluci%C3%B3n%2D511%2D2011%2DSENASA%20%2D%20Servicio%20Nacional,de%20Sanidad%20y%20Calidad%20Agroalimentaria&text=Que%20por%20la%20Resoluci%C3%B3n%20N%C2%BA,Fitosanitari os%20Formulados%20de%20Uso%20Agr%C3%ADcola%E2%80%9D>. Consultado julio 2020.

SENASA, 2020. En línea: <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/productosveterinarios-fitosanitarios-y-fertilizantes/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal>. Consultado en julio 2020.

Silva V, Mol HGJM, Zomer P, Tienstra M, Ritsema CJ, Geissen V, 2019. Pesticide residues in European agricultural soils - A hidden reality unfolded. *Science of the Total Environment* 653:1532-1545.

Simoniello MF, Scagnetti JA, Mastandrea C, Grigolato R, Paonessa A, Gigena F, Kleinsorge EC, 2007. Biomonitorio de población rural expuesta a plaguicidas. *Revista FABICIB*, 11:73-85.

Sjerps R, Kooij PJF, van Loon A, Van Wezel, AP, 2019. Occurrence of pesticides in Dutch drinking water sources. *Chemosphere* 235:510-518.

Smith KA, Cresser MS, 2004. *Soil and Environmental Analysis: Modern Instrumental Techniques*. Publicado por CRC Press.

Sobrero C, Martin ML, Ronco AE, 2007. Efecto del herbicida Roundup® Max sobre especies de plantas acuáticas no blanco. *Hidrobiología* 17:1-10.

Solbrig OT, 2004. Ventajas y desventajas de la agrobiotecnología, Capítulo 2. En Bárcena A, Katz J, Morales C, Schaper M. *Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*, CEPAL, Santiago de Chile 33-70pp.

Sorensen JPR, Lapworth DJ, Nkhuwa DCW, Stuart ME, Gooddy DC, Bell RA, Chirwa M, Kabika J, Liemisa M, Chibesa M, Pedley S, 2015. Emerging contaminants in urban groundwater sources in Africa. *Water Research* 72:51-63.

Sosa B, Fontane-Álvarez E, Romero D, da Fonseca A, Achkar M, 2019. Analysis of scientific production on glyphosate: An example of politicization of science. *Science of The Total Environment* 681:541-550.

Souza Casadinho J, 2000. Estudio de la dinámica de los pesticidas en cuatro partidos de la región hortícola bonaerense tendiente a conocer los factores con incidencia en las intoxicaciones humanas. Tesis de Maestría en Metodología de la Investigación, UNER. Entre Ríos.

Souza Casadinho J, 2009. La problemática del uso de plaguicidas en argentina. Modelos productivos e impacto en el ambiente. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América latina RAPAL. En línea: <http://www.unter.org.ar/imagenes/problematika%20plaguicida.pdf>.

Souza Casadinho J, 2013. Las actividades de intervención en un contexto de Conflictos ambientales: las acciones de capacitación y acceso a la información en comunidades afectadas por el uso de agrotóxicos. ReD+ER N°1, Revista Científica de Desarrollo y Extensión Rural, Universidad Nacional del Litoral e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Souza Casadinho J, 2015. Fases en el proceso histórico de utilización y percepción de los efectos socioambientales derivado de la utilización de plaguicidas, De la invisibilización a las disputas en los territorios en conflicto. XI Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Souza Casadinho J, 2018. El proceso de artificialización de la naturaleza y el desarrollo de la agroecología en la Argentina. *Revista Cultura Económica* Año XXXVI, 96:43-76.

Solíz Torres MF, Yépez MA, Sacher Freslon W, 2018. Fruta del Norte. La manzana de la discordia, Monitoreo comunitario participativo y memoria colectiva en la comunidad de El Zarza. Ed. La Tierra, primera edición, Quito, Ecuador, 302 pp.

Soracco CG, Villarreal R, Lozano LA, Vittori S, Melani EM, Marino DJ, 2018. Glyphosate dynamics in a soil under conventional and no-till systems during a soybean growing season. *Geoderma* 323: 13-21.

- SRHN, 2003. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Desarrollo de Niveles Guía Nacionales de Calidad de agua ambiente correspondiente a Atrazina. En línea <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/documento20.pdf>. Consultado en enero 2020.
- StatSoft I.S, 2001. Data Analysis Software System, Version 7. <http://www.statsoft.com>
- Stumm W, Morgan JJ, 1996. Aquatic Chemistry, 1era edición, John Wiley, Sons, New York, USA, 1022 pp.
- Suárez F, Ruggerio CA, 2012. Conflictos ambientales en argentina-Paradigmas en tensión. En Anuario de la integración latinoamericana y caribeña, Preciado Coronado J. 2012, Ed. REDIALC-Universidad de Guadalajara, primera edición, 549-564pp.
- Sultana T, Murray C, Kleywegt S, Metcalfe CD, 2018. Neonicotinoid pesticides in drinking water in agricultural regions of southern Ontario, Canada. *Chemosphere*, 202:506–513.
- Svampa M, 2012. Consenso de los Commodities, Giro Ecoterritorial y Pensamiento crítico en América Latina. *Revista del Observatorio Social de América Latina* 32:15-38.
- Svampa M, 2013. Consenso de los Commodities y lenguajes de valoración en América Latina. *Nueva Sociedad* 244:30-46.
- Swartjes FA, Van der Aa M, 2020. Measures to reduce pesticides leaching into groundwater-based drinking water resources: An appeal to national and local governments, water boards and farmers. *Science of The Total Environment*, 134186.
- Teubal M, 2003. Soja transgénica y crisis del modelo agroalimentario argentino. Instituto Argentino para el Desarrollo Económico, Buenos Aires, *Realidad Económica*, 196:52-74.
- Tankiewicz M, Fenik J, Biziuk M, 2011. Solventless and solvent-minimized sample preparation techniques for determining currently used pesticides in water samples: A review. *Talanta*, 86:8–22.
- Tomasoni M, 2013. No hay fumigación controlable generación de derivas de plaguicidas. En línea: <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2013/12/colectivo-paren-de-fumigar-no-hay-fumigacion-controlable-nov-2013.pdf>. Consultado marzo 2020.
- Tombesi N, Pozo K, Harner T, 2014. Persistent Organic Pollutants (POPs) in the atmosphere of agricultural and urban areas in the province of Buenos Aires in Argentina using PUF disk passive air samplers. *Atmospheric Pollution Research*, 5:170-178.
- Tortorelli MdC, 2009. Ríos de vida. Ed. Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, primera edición, Buenos Aires, Argentina, 217 pp.
- Tucci V, 2020. Documental Andrés Carrasco Ciencia Disruptiva. Dirección Tucci V, Producción Garisto A y Tucci V, Fotografía Cánepa S, Postproducción de sonido Foglio L. Estreno 6 de febrero 2020, duración 73 minutos.
- UAC, 2018. Unión de Asambleas Ciudadanas. Cuadernillo abril 2018 Construyendo caminos colectivos en defensa de nuestros territorios. En línea <https://asambleasciudadanas.org.ar/wp-content/uploads/2018/04/CuadernilloUACAbril2018.pdf>. Consultado en septiembre 2020.
- UCCSNAL, 2015. Documento Constitutivo de la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad y la Naturaleza de América Latina. En línea <http://uccsnal.org/documento-constitutivo-de-la-union-de-cientificos-comprometidos-con-la-sociedad-y-la-naturaleza-de-america-latina/>. Consultado en enero 2021.
- UE, 1998. Unión Europea. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. *Off. J. Eur. Communities L* 330, 32–54.
- USEPA, 2006. National Recommended Water Quality Criteria. U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Science and Technology, 25 pp.
- USEPA, 2007a. Method 1699: Pesticides in Water, Soil, Sediment, Biosolids, and Tissue by HRGC/HRMS.
- USEPA, 2007b. Test methods for evaluating solid waste. Vol I, Sec. B, Method 3500 (Organic Extraction and Sample Preparation) y Method 3550C (Sonication extraction procedure) SW-846, United States Environmental Protection Agency, Washington DC.
- USEPA, 2009. National Primary Drinking Water Regulation Table. En línea: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulation-table>. Consultado enero 2021.
- Van Den Berg F, Kubiak R, Benjey WG, 1999. Emission of pesticides into the air. *Water, Air, and Soil Pollution*, 115 (1): 95–218.
- Van Der Werf Hayo MG, 1996. Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 60:81-96.
- Vargas Llosa M, 1992. Karl Popper al día. *Pensamiento Centroamericano*, Costa Rica XLVII (215): 1-15.
- Varnosfaderany MN, Soffianian A, Mirghaffari N, Gu Z; Chu G, 2020. Occurrence and depositional history of organochlorine pesticides in the sediments of the Zayandehrud River in the arid region of Central Iran. *Chemosphere* 255-126847.
- Vazquez Amabile G, Ricca AP, Rojas D, Cristos D, Ortiz De Zarate ML, Pellisier G, Bosch N., Lascombes J, Pons D, Feler MV, Rodriguez-Vagaria A, Gaspari FJ, 2014). Análisis de agroquímicos y nitratos en cursos y aguas subterránea de cuencas rurales del oeste y sudeste de Buenos Aires. *Actas del II Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina: 61-71.

- Venier GR, 2014. Gestión integral del hábitat en los bordes urbanos rurales (BUR). XI Simposio de la Asociación Internacional de Planificación Urbana y Ambiente (UPE 11), La Plata. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/55645/Documento\\_completo.pdfPDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/55645/Documento_completo.pdfPDFA.pdf?sequence=1)
- Viglizzo EF, Jobbágy E, 2010. Expansión Frontera agropecuaria en Argentina y su impacto Ecológico Ambiental, Ed. INTA, Argentina, 106 pp.
- Villaamil Lepori EC, Bovi Mitre G, Nassetta M, 2013. Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, número especial sobre plaguicidas, 29:25-43.
- Vittori S, Barbieri SC, Peluso ML, Marino, DJ, 2017. Escuelas Rurales como escenarios de exposición directa a agrotóxicos: estudio en aire ambiente. IV Congreso Internacional de Salud Socioambiental, Rosario, Argentina.
- Voutsas E, Vavva C, Magoulas K, Tassios D, 2005. Estimation of the volatilization of organic compounds from soil surfaces. *Chemosphere*, 58:751-758.
- Voyksner RD, Bursey JT, Pellizzari ED, 1984. Analysis of selected pesticides by high-performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Chromatography A* 312:221-235.
- Wagner L, 2010a. Problemas ambientales y conflicto social en Argentina, Movimientos socioambientales en Mendoza, la defensa del agua y el rechazo a la megaminería en los inicios del siglo XXI. Tesis Doctoral, Ciencias Sociales y Humanas, UNQUI, Buenos Aires, 476 pp.
- Wagner L, 2010b. Movimientos socioambientales y evaluación de impacto ambiental: el desafío de horizontalizar la toma de decisiones. *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales*, Volumen 8, n°2.
- Waite DT, Bailey P, Sproull JF, Quiring DV, Chau DF, Bailey J, Cessna AJ, 2005. Atmospheric concentrations and dry and wet deposits of some herbicides currently used on the Canadian Prairies. *Chemosphere* 58:693-703.
- Wallerstein I. 2008. Ecología y costes de la producción capitalista: no hay salida. *Futuros*, Revista Electrónica Latinoamericana y Caribeña de Desarrollo Sustentable, 6:20.
- Walter M, 2009. Conflictos ambientales, socioambientales, ecológico distributivos, de contenido ambiental. Reflexionando sobre enfoques y definiciones. Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial), Boletín ECOS n°6.
- Wang W, Li XH, Wang XF, Wang XZ, Lu H, Jiang XN, Xu, XB, 2009. Levels and chiral signatures of organochlorine pesticides in urban soils of Yinchuan, China. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 82:505-509.
- Wenzel K, Weibflog L, Paladini E, Gantuz M, Guerrero P, Puliafito C, Schüürmann G, 1997. Immission patterns of airborne pollutants in Argentina and Germany II. Biomonitoring of organochlorine compounds and polycyclic aromatics. *Chemosphere*, 34:2505-2518.
- WHO - IPCS, 2010. World Health Organization - International Programme on Chemical Safety, The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2009. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44271>
- Wong HL, Garthwaite DG, Ramwell CT, Brown CD, 2017. How does exposure to pesticides vary in space and time for residents living near to treated orchards? *Environmental Science Pollution Research* 24:26444–26461
- Yang G, Li J, Wang Y, Chen C, Zhao H, Shao K, 2018. Quantitative ecotoxicity analysis for pesticide mixtures using benchmark dose methodology. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 159, 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.04.055>
- Younes M, Galal-Gorchev H, 2000. Pesticides in drinking water-A case study. *Food and Chemical Toxicology*, 38, S87–S90.
- Yu S, Zhu YG, Li, XD, 2012. Trace metal contamination in urban soils of China. *Sci.Total Environ.* 421:17–30.
- Zacharia JT, 2011. Identity, Physical and Chemical Properties of Pesticides. *Pesticides in the Modern World. Trends in Pesticides Analysis*. Tanzania. Ed. Dr. Margarita Stoytchevax.
- Zaady E, Katra I, Shuker S, Knoll Y, Shlomo S, 2018. Tree Belts for Decreasing Aeolian Dust-Carried Pesticides from Cultivated Areas. *Geosciences* 8-286.
- Zaranyika MF, Nyandoro MG, 1993. Degradation of glyphosate in the aquatic environment: an enzymic kinetic model that takes into account microbial degradation of both free and colloidal (or sediment) particle adsorbed glyphosate. *J. Agric. Food Chem.*, 41:838-842.
- Zhou S, Duan C, Wang X; Gi Michelle WH, YU Z; FU H, 2008. Assessing cypermethrin-contaminated soil with three different earthworm test methods. *Journal of Environmental Sciences* 20:1381-1385.
- Zuberman F, 2014. Agricultura Industrial y Agronegocio: una mirada desde la economía ecológica a un problema regional. En *La Patria Sojera. El modelo agrosojero en el Cono Sur*, Melón D coordinadora, Ed. El Colectivo, primera edición, Buenos Aires, 13-30 pp.
- Zulaica L, Bocero SL, Tribó J, 2015. Agroquímicos en áreas de transición urbano-rural problemas sociales y ambientales en el Partido de General Pueyrredón, 1a ed, UNMdP.

## ANEXOS

ANEXO A - Datos del Modelo Agrobiotecnológico de Argentina .....	265
ANEXO B - Concentraciones ambientales de plaguicidas en el país .....	268
ANEXO C - Materiales, reactivos, solventes y estándares utilizados .....	271
ANEXO D- Instructivo para la recolección y envío de las muestras de MPS .....	274
ANEXO E - Parámetros de calidad de los plaguicidas analizados por UPLC-MS/MS.....	277
ANEXO F- Parámetros de calidad de metodologías de extracción de suelos y sedimentos .	280
ANEXO G - Concentraciones de plaguicidas en la totalidad de las muestras analizadas en aguas MPS, suelos y sedimentos .....	281
ANEXO H - Rosa de los vientos MM.....	285
ANEXO I - Expresiones creativas MM y SS .....	286



## ANEXO A - Datos del Modelo Agrobiotecnológico de Argentina

### I. Eventos transgénicos aprobados en Argentina entre 1996 y 2019

Año	Nº de eventos aprobados
1996	1
1998	4
2001	2
2004	1
2005	2
2007	1
2008	1
2009	2
2010	3
2011	5
2012	5
2013	2
2014	1
2015	5
2016	6
2017	2
2018	9
2019	9

Tolerancia/Resistencia	nº Eventos	%
A herbicidas	16	
Herbicidas + Insectos	28	47,0
Ácido oleico/ lignina/sequía + herbicidas	3	
A insectos	9	14,8
Virus PVY	1	1,6
A sequía	1	1,6
Quimosina	1	1,6
Solo procesamiento	1	1,6
Resistencia a virosis	1	1,6
<b>Total</b>	<b>61</b>	

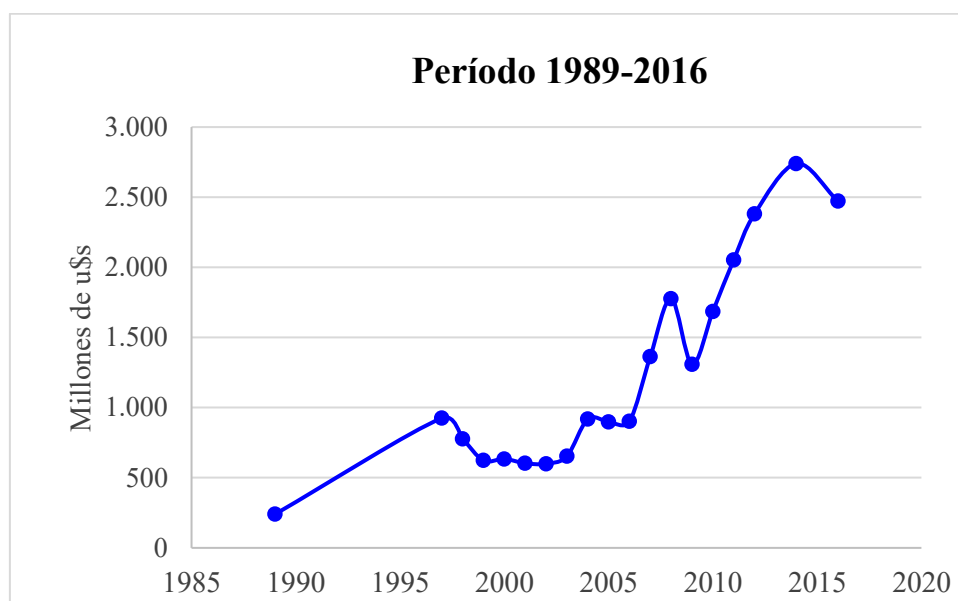
*Fuente ArgenBio, 2021. Elaboración propia*

## II. Superficie sembrada y rendimiento de cultivos - Total País

Campaña 1988/89			Campaña 2015/2016		
Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)	Rendimiento (kg/Ha)	Cultivo	Sup. sembrada (Ha)	Rendimiento (kg/Ha)
Ajo	6.000	5.544	Algodón	406.130	1.787
Algodón	524.000	1.235	Alpiste	19.314	1.540
Alpiste	59.100	1.011	Arroz	214.570	6.763
Arroz	115.500	4.671	Avena	1.329.030	2.309
Avena	1.830.000	1.266	Cártamo	79.956	645
Banana	9.894	22.735	Cebada cerv.	1.467.421	3.961
Caña de azúcar	355.900	47.013	Cebada forr.	46.840	2.804
Cártamo	22.000	840	Centeno	331.690	1.764
Cebada cerv.	150.000	2.421	Colza	37.315	1.903
Cebada forr.	99.860	1.057	Girasol	1.435.148	2.122
Cebolla total	16.730	22.822	Lino	17.000	1.181
Centeno	460.000	755	Maíz	6.904.538	7.443
Girasol	2.313.000	1.444	Maní	368.438	2.929
Limón	24.300	14.336	Mijo	12.980	1.554
Lino	574.000	742	Poroto seco	377.296	1.015
Maíz	2.684.800	2.910	Soja	20.479.090	3.014
Mandarina	32.500	12.869	Sorgo	842.571	4.498
Maní	153.200	1.242	Te	39.611	9.755
Mijo	87.200	1.167	Trigo	4.381.128	2.862
Naranja	54.800	14.154	Trigo candeal	74.640	3.446
Papa total	98.448	21.258	Yerba mate	167.120	4.897
Pomelo	10.000	16.815			
Poroto seco	168.350	910			
Soja	4.670.000	1.653			
Sorgo	830.000	2.531			
Te	43.566	5.609			
Trigo	4.750.000	1.836			
Trigo candeal	37.400	1.612			
Tung	33.308	2.954			
Yerba mate	149.803	1.498			
<b>Superficie sembrada total (Ha)</b>		20.363.659	39.031.826		
<b>Rendimiento total de cultivos en ambas campañas (kg/Ha)</b>		36.410	66.289		
<b>% de Sup. sembrada con soja</b>		22	52		
<b>Aumento de la superficie total (%)</b>			<b>92</b>		
<b>Aumento de la superficie con soja (%)</b>			<b>339</b>		
<b>Aumento rendimiento de los cultivos presentes en ambas campañas (%)</b>			<b>82</b>		

*\*Dicho campaña se seleccionó para realizar un análisis comparativo en relación al uso de plaguicidas, ya que es el último año para el cual se cuenta con datos oficiales del consumo de dichos insumos químicos como se observa en la sección III del presente ANEXO.*

### III. Mercado de plaguicidas en la Argentina



### IV. Proporción de plaguicidas utilizados según segmentos en el año 2014

	Litros/kilos	%
<b>Herbicida Glifosato</b>	187112491	61,5
<b>Herbicida No Glifosato</b>	77492345	25,5
<b>Insecticidas</b>	17603317	5,8
<b>Fungicidas</b>	9552207	3,1
<b>Coadyugantes</b>	9069899	3,0
<b>Curasemillas</b>	2260959	0,7
<b>Otros</b>	1060626	0,3
<b>Total</b>	<b>304151844</b>	

## ANEXO B - Concentraciones ambientales de plaguicidas en el país

Los trabajos de determinaciones de concentraciones ambientales de plaguicidas, se muestran en las tablas a continuación ordenados cronológicamente hasta el año 2019. Para cada publicación se presenta sintéticamente la referencia bibliográfica, la región de estudio, matrices ambientales y plaguicidas estudiados, rango de concentraciones detectables y frecuencias halladas.

### I. Concentraciones ambientales de plaguicidas en Argentina publicadas en revistas científicas

Referencia	Región	Matriz Ambiental	Familia química de plaguicidas/ plaguicidas estudiados	Rangos de concentraciones detectables	Rangos de Frecuencias detectadas
<b>Marino y Ronco, 2005</b>	Prov. Buenos Aires: Sistema Arrecifes/Pergamino	Agua superficial	Cipermetrina y Clorpirifos	0,1 - 194 µg/L	34 - 42%
		Sedimento		1,3 - 1075 µg/Kg	56 - 83%
<b>Jergentz y otros, 2005</b>	Prov. Buenos Aires: Arroyo Horqueta y Brown	Agua de escorrentía	Cipermetrina, Clorpirifos y Endosulfan	0,05 - 0,7 µg/L	44 - 67%
		Sedimento		12,8 - 13,5 µg/Kg	33 - 75%
		MP en Suspensión		9,0 - 318 µg/Kg	17 - 67%
<b>Peruzzo y otros, 2008</b>	Prov. Buenos Aires: Sistema Arrecifes/Pergamino	Agua superficial	Glifosato	0,1 - 0,7 mg/L	96%
		Sedimento		0,5 - 5 mg/Kg	85%
		Suelo			100%
<b>Ronco y otros, 2008</b>	Prov. Buenos Aires: Río Luján, Riachuelo, Canal Oeste, Arroyo Juan Blanco y Las Flores	Sedimento	Organoclarados, Organofosforados y Piretroides	2,7 - 272,2 µg/Kg	Sin dato
<b>Lorenzatti y otros, 2008</b>	Prov. Santa Fé: Ciudad de Santa Fé	Aire (fase gaseosa y particulada)	Organoclorados	2,1 - 916 pg/m <sup>3</sup> (gaseosa). 1,7 - 9, 6 pg/m <sup>3</sup> (particulada)	Sin dato
<b>Di Marzio y otros, 2010</b>	Zona Pampeana. Noroeste Prov. de Buenos Aires, Sur Prov. Santa Fé y Centroeste Prov. Córdoba	Agua superficial	Cipermetrina, Clorpirifos y Endosulfan	0,8 - 20 µg/L	93% (Endosulfan)
		Sedimento		12,0 - 553 µg/Kg	93% (Endosulfan)
<b>Bonansea y otros, 2013</b>	Prov. de Córdoba: Cuenca del Río Suquía	Agua superficial	Acetoclor, Atrazina, Endosulfan, Cipermetrina, Clorpirifos	0,0001 - 0,44 µg/L	Sin dato
		Agua superficial		0,5 - 7,6 µg/L	4 - 35%

<b>Aparicio y otros, 2013</b>	Sureste de la Prov. de Buenos Aires	Sedimento	Glifosato y AMPA	5,1 - 235 µg/Kg	66 - 89 %
		MP en Suspensión		0,5 - 563 µg/Kg	11 - 87,5%
		Suelo		34,7 - 2256 µg/Kg	100%
<b>González y otros, 2013</b>	Prov. de Buenos Aires: Río Quequén	Sedimento	Organoclorados (Rdos expresados como $\Sigma$ OCl's)	0,6 - 4,4 µg/Kg	Sin dato
		Suelo		0,07 - 0,9 µg/Kg	Sin dato
<b>Miglioranza y otros, 2013</b>	Prov. Río Negro: Cuenca del Río Negro	Agua superficial	Organoclorados	0,1 - 5,7 ng/L	Sin dato
		Sedimento		0,1 - 16,3 µg/Kg	Sin dato
		MP en Suspensión		3,5 - 837,8 µg/Kg	Sin dato
		Suelo		0,2 - 1275 µg/Kg	Sin dato
<b>De Gerónimo y otros, 2014</b>	Prov. Misiones: Microcuenca San Vicente. Prov. Tucumán: Cuenca del Arroyo Mista. Prov. Buenos Aires: Cuencas en Azul y Sureste de Bs As.	Agua superficial	Carbamatos, Cloroacetanilidas, Imidazolinonas, Neonicotinoides, Organofosforados, Piretroides, Sulfonilureas, Triazinas, Triazoles	0,02- 1,4 µg/L	2 - 100%
<b>Hunt y otros, 2016</b>	Prov. Buenos Aires: La Plata-Magdalena y Arrecifes	Sedimentos	Cipermetrina, Clorpirifos, Endosulfan y Lambdacialotrina	0,19 - 155,5 µg/L	8 - 100%
<b>Ronco y otros, 2016</b>	Cuenca argentina de los Ríos Paraná - Paraguay	Agua superficial	Glifosato y AMPA	0,4 - 1,2 µg/L	15% (Glifosato)
		Sedimento		2,0 - 5374 µg/Kg	17 - 39 %
		MP en Suspensión		0,04 - 0,21 µg/L	9 - 39 %
<b>Etchegoyen y otros, 2017</b>	Cuenca argentina de los Ríos Paraná - Paraguay	Agua superficial	Organoclorados, Organofosforados y Piretroides	0,004 - 6,6 µg/L	11 - 100 %
		Sedimento		0,16 - 221,3 µg/Kg	5 - 100 %
<b>Mac Loughlin y otros, 2017a</b>	Prov. Buenos Aires: cuenca suburbana en la zona de la ciudad de La Plata	Sedimento	Cloroacetanilida, Dinitroanilina, Fosfono aminoácido, Organoclorados, Organofosforados, Piretroides, Triazina, Triazoles	5,1 - 2258 µg/Kg	100% (AMPA) 80% (Atrazina) 60 % (Glifosato)
<b>Primost y otros, 2017</b>	Prov. Entre Ríos: Urdinarrain, distrito Gualaguaychú	Agua superficial	Glifosato y AMPA (se presentan las concentraciones máximas)	1,9 µg/L	27 - 55%
		Sedimento		7219 µg/Kg	83 - 100%
		MP en Suspensión		584 µg/Kg	100%
		Suelo		38939 µg/Kg	100%
<b>Sasal y otros, 2017</b>	Prov. Entre Ríos: cursos de agua linderos a lotes bajo producción agrícola del territorio provincial	Agua superficial	Glifosato	0,1 - 240 µg/L (con 2 valores extremos mayores a 70 mg/L)	24 - 31%

<b>Alonso y otros, 2018</b>	Áreas urbanas de las Prov. de Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba	Agua de lluvia	Glifosato, AMPA y Atrazina	0,1 - 67,3 µg/L	23 - 81 %
		Suelo		4 - 732 µg/Kg	9 - 87 %
<b>Lupi y otros, 2019</b>	Prov. de Buenos Aires: Cuenca Río Quequén	Agua de lluvia	Glifosato y AMPA	2,7 - 8,1 µg/L	13- 52%
		Suelo		89 - 132 µg/Kg	Sin dato

II. *Concentraciones ambientales de plaguicidas en zonas de conflictos socioambientales en Argentina. Trabajos publicados en congresos científicos y realizados por el grupo de Extensión-Investigación al cual pertenece la autora de la presente tesis.*

Referencia	Región	Matriz Ambiental	Familia química de plaguicidas/ plaguicidas detectados	Rangos de concentraciones detectables	Rangos de Frecuencias detectadas
<b>Etchegoyen y otros, 2016</b>	Prov. Santiago del Estero: Comunidades campesinas de Quimilí	Aguas superficiales y de consumo	2,4 D, Atrazina, Glifosato-AMPA	0,3 - 185,2 µg/L	12,5 - 50%
		Suelos y Sedimentos		57,1 - 2135,8 µg/Kg	25 - 100 %
<b>Barbieri y otros, 2017</b>	Prov. Entre Ríos: Escuelas Rurales del Departamento de Uruguay	Agua subterránea	Atrazina y Clorpirifos	0,014 - 0,57 µg/L	10 - 20 %
<b>Percudani y otros, 2017</b>	Provincia de Santa Fé: San José de la Esquina	Agua superficial	2,4 D, Atrazina, Glifosato-AMPA, Clorpirifos, Endosulfan, Epoxiconazol	0,02 - 38,9 µg/L	17 - 50 %
		Sedimento		0,02 - 0,60 µg/Kg	60 - 80 %
		Suelo		0,025 - 10253 µg/Kg	50 - 100%
<b>Vittori y otros, 2017</b>	Prov. Entre Ríos: Escuelas Rurales del Departamento de Uruguay	Aire	Glifosato, AMPA, Endosulfan, Clorpirifos, Cipermetrina	1,4 - 119,9 ng/m <sup>3</sup> (Gli + AMPA). 0,3 - 51,7 µg/m <sup>3</sup> (Insecticidas)	43 - 75%
<b>Etchegoyen y otros, 2018</b>	Prov. Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos: suelos urbanos y rurales	Suelo	Glifosato y AMPA (los Rdos. Corresponden a la suma de los analitos)	29,8 - 36355,5 µg/kg	90% (Glifosato +AMPA)
<b>Bernasconi y otros, 2019</b>	Prov. Buenos Aires: Benito Juárez (campo agroecológico y convencional)	Suelo	Glifosato y AMPA	5,9 - 2722 µg/Kg	62,5 - 96%

## **ANEXO C - Materiales, reactivos, solventes y estándares utilizados**

### **▪ Materiales y reactivos empleados para la toma de muestras**

#### *o Agua*

Botellas de vidrio color caramelo de 500 ml

Botellas de plástico de 500 ml

Tubos Falcons™ de polipropileno de 50 ml

Papel aluminio

Pipeta de vidrio de 5 ml

Propipeta

Hexano normal marca U.V.E. para análisis de residuos de plaguicidas (P.A.R.P)

Multiparámetro marca Lutron® modelo WA-2017SD

#### *o Suelo, sedimento y cascarilla de maíz*

Bolsas Ziploc®

Pala de acero inoxidable

Muestreador Barreno de pico cónico

#### *o Material Particulado Sedimentable y Respirable*

Recipientes plásticos de PVC (Colector tipo Bergerhoff)

Equipo Minivol TAS marca AIRMETRICS

Filtros de fibra de vidrio de 46,2 mm de diámetro y de 2 µm de diámetro de poro

#### *o Uso general*

Guantes de látex

Pipeta automática marca HTL® de volumen variable 10 – 100 µL

Estándares de Bifentrin y MIX de plaguicidas para sobreagregados (SA)

Estándar de Atrazina marcada isotópicamente (Atrazina <sup>5</sup>D) PESTANAL®-FLUKA

Conservadora y refrigerantes

Dispositivo GPS (Global Positioning System)

### **▪ Materiales, reactivos y solventes empleados para análisis químicos**

#### *• Materiales*

Tubos Falcons™ de polipropileno de 15 y 50 ml. marca DELTALAB®

Eppendorf de 2 ml, marca DELTALAB®

Viales cromatográficos de 2 mL con tapa a rosca marca Agilent®

Viales de vidrio color caramelo de 100 ml

Pipetas graduadas de 10 y 25 ml; Propipeta

Pipetas Pasteur de vidrio (largo 230 mm)

Micropipeta automática de volumen variable 10 – 100 µl y de 100 - 1000 µl marca HTL®.

Vasos de precipitado de 80 ml.

Probeta de vidrio de 100 ml.

Tubos de ensayo

Ampollas de decantación de vidrio de 500 ml.

Jeringas descartables marca Neojet® de 1 mL.

Filtro para jeringa tipo cameo, con membrana de nylon de 0,45 micrones de poro y 13 mm de diámetro, marca MSI®.

Jeringas Hamilton® de 10 µL, 50 µL y 100 µL.

Espátula de acero inoxidable

Mortero

Tamiz de 2mm

- *Reactivos*

Ácido clorhídrico concentrado (HCl) 37% p/p, marca Anedra, grado analítico; Ácido nítrico concentrado (HNO<sub>3</sub>) 65 p/p, marca Anedra, grado analítico.

Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, calidad analítica; J.T. Baker®; Acetato de amonio (NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO) pureza 98,6%; J.T. Baker®; FMOC-Cl (Cloroformiato de 9-fluoroenilmetilo, C<sub>15</sub>H<sub>11</sub>ClO<sub>2</sub>) pureza >99%, para derivatización HPLC, Fluka®

Florisil activado (60-100 Mesh), marca J.T. Baker; Sílica gel 60 para cromatografía en columna, marca Carlo Erba; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidro, secado a 105°C por 24 horas, marca J.T. Baker®; MgSO<sub>4</sub> anhidro, calidad analítica, Cicarelli; NaCl, calidad analítica, marca Anedra.

- *Solventes*

Agua destilada; Agua nanopura (Equipo de generación propia Aurium Pro, Sartorius®); Cloruro de Metileno (DCM, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) marca U.V.E.®, grado para análisis de residuos de plaguicidas (P.A.R.P); Acetonitrilo (ACN, CH<sub>3</sub>CN), marca J.T. Baker®, grado HPLC; Hexano, marca U.V.E.® (P.A.R.P); Acetona, marca U.V.E.®, grado para análisis de residuos de plaguicidas (P.A.R.P); 1-Octanol, marca Sigma-Aldrich®, reactivo ACS, pureza ≥99%; Ácido Fórmico (CH<sub>3</sub>COOH), marca J.T. Baker®, calidad analítica; Metanol (MeOH, CH<sub>3</sub>OH), marca J.T. Baker®, grado HPLC.



▪ Estándares utilizados

Activo	Pureza (%)	Marca
2,4 Diclorofenoxiacético	99,0	PESTANAL®-FLUKA
Acetocloro	95,4	ACCUSTANDARD ®
Ácido aminometilfosfónico	99,0	SIGMA ALDRICH ®
Atrazina	97,1	PESTANAL®-FLUKA
Atrazina desetil	99,0	PESTANAL®-FLUKA
Atrazina desisopropil	99,0	PESTANAL®-FLUKA
Atrazina <sup>5</sup> D	100,0	PESTANAL®-FLUKA
Clorimuron etil	98,2	ACCUSTANDARD ®
Dicamba	100,0	ACCUSTANDARD ®
Diclosulam	84,0	ACCUSTANDARD ®
Glifosato y Glifosato <sup>13</sup> C <sup>15</sup> N	95,1	SIGMA ALDRICH ®
Imazapic	99,4	CHEM-LAB ®
Imazaquin	100,0	CHEM-LAB ®
Imazetapir	98,7	CHEM-LAB ®
Metribuzin	98,0	ACCUSTANDARD ®
Metsulfuron	96,0	ACCUSTANDARD ®
Pendimetalin	99,2	ACCUSTANDARD ®
Metolaclo	97,2	ACCUSTANDARD ®
Trifluralina	97,1	ACCUSTANDARD ®
Azoxitrobin	95,0	ACCUSTANDARD ®
Epoxiconazol	100,0	ACCUSTANDARD ®
Metconazol	100,0	ACCUSTANDARD ®
Tebuconazol	98,1	ACCUSTANDARD ®
Ametrina	98,0	CHEM-LAB ®
Bifentrin	93,0	ACCUSTANDARD ®
Carbaril	100,0	CHEM-LAB ®
Carbofuran	99,2	CHEM-LAB®
Cipermetrina	92,1	ACCUSTANDARD ®
Clorpirifos	99,9	CHEM-LAB ®
Deltametrina	97,4	ACCUSTANDARD ®
Diazinon	98,5	CHEM-LAB ®
Imidacloprid	95,0	CHEM-LAB ®
Lambacilotrina	100,0	ACCUSTANDARD ®
Malation	96,2	CHEM-LAB ®
Metil-paration	99,8	CHEM-LAB ®
Tetrametrina	100,0	ACCUSTANDARD ®
Thiodicarb	95,0	ACCUSTANDARD ®
Paration	99,0	ACCUSTANDARD ®
Permetrina	96,7	ACCUSTANDARD ®
MIX OCLs*	100	ACCUSTANDARD ® DIN-38407

\*Aldrin, DDT (o,p'-DDT y p,p'-DDT) y sus metabolitos o,p'-DDE, p,p'-DDE y p,p'-DDD), Dieldrin, Endosulfan ( $\alpha$  y  $\beta$ ) y su metabolito Endosulfan Sulfato, Endrin, Heptaclo, Heptaclo epóxido (A y B), Hexaclorociclohexano ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ).

## ANEXO D- Instructivo para la recolección y envío de las muestras de MPS



CIMA

Universidad Nacional de La Plata.

Departamento de Química. Facultad de Ciencias Exactas.

Calle 115 esq. 47 - 1900 - La Plata. Tel/fax: (0221) 422-9329

E. Mail: [damian.marino@gmail.com](mailto:damian.marino@gmail.com); [agustinaetchegoyen@gmail.com](mailto:agustinaetchegoyen@gmail.com)

**Aire (Material particulado en suspensión):** Una vez transcurrido 30 días desde el inicio del muestreo, finalizar el mismo recolectando los tachos del sitio.

Conseguir en lo posible botellas de vidrio tipo de cerveza o Gancia a rosca (**figura A**) (si el volumen de lluvia recolectado es grande utilizar botellas de cerveza de 1 L o la que tengan a disposición), lavarla bien con agua corriente y trasvasar el contenido de los tachos a las botellas (pueden llegar a tener hasta dos litros de agua en su interior), puede ayudarse con algún embudo para evitar derramar el agua contenida en los tachos (**figura B**). Identificar la botella con un rótulo adecuado, que nos permita identificar la muestra (**figura C**). Conservarla en heladera hasta su envío. Conservar el tacho a temperatura ambiente y oscuridad y taparlo con papel film (para evitar que caiga material dentro del mismo (**figura D**)). En caso de ser posible enviar el tacho tapado con papel film y las muestras de agua recolectadas enviarlas refrigeradas.

-Lo recomendable para rotular es: fibrones del tipo indeleble/permanente o “liquid paper” (correctores para tinta de pintura blanca), o etiquetas con cinta scotch para evitar que se borre.

- El rótulo debe ser claro, y debe llevar una identificación de la muestra. Por ejemplo: *Botella n°1, casa de María, dirección.*

-El tacho irá acompañado con una planilla donde se identifique la muestra, y podrá anotar toda la información que considere necesaria, por ejemplo, si sintió olores de agroquímicos, si vio movilizar maquinarias, días antes y después, si ocurrieron fuertes vientos, si llovió mucho durante el mes, etc.

*Ejemplo:*

N° de Muestra/Nombre	Fecha de finalización del muestreo	Observaciones
Botella 1/Casa de María. Dirección	24-Dic-14	Llovió muy poco durante todo el mes

## ***FIGURAS***



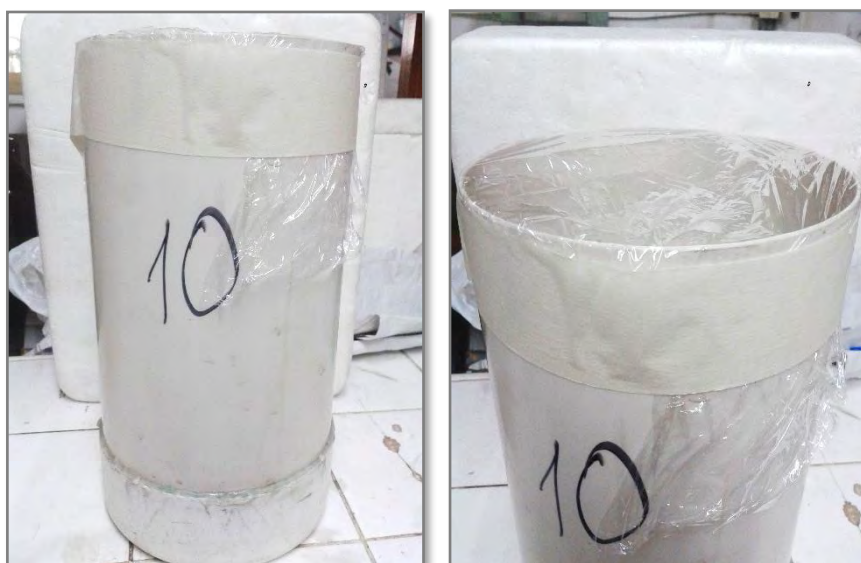
**Figura A:** Botellas de vidrio tipo  
de cerveza o Gancia a rosca



**Figura B.** Traspase del contenido de los tachos a las botellas



**Figura C.** Identificación de las botellas con el rótulo adecuado



**Figura D.** Colocación del papel film en el tacho

## ANEXO E - Parámetros de calidad de los plaguicidas analizados por UPLC-MS/MS

### ▪ Límites de detección y cuantificación instrumentales

Compuesto	µg/l	
	LDI	LCI
Acetoclor	0,021	0,069
Ametrina	0,001	0,003
Atrazina	0,002	0,005
Atrazina- <sup>5</sup> D	0,004	0,013
Atrazina desetil	0,013	0,044
Atrazina desisopropil	0,046	0,154
Carbaril	0,018	0,061
Carbofuran	0,005	0,015
Clorimuron	0,005	0,018
Diclosulam	0,015	0,049
Epoxiconazol	0,070	0,233
Imazapic	0,004	0,013
Imazapir	0,021	0,069
Imazaquin	0,008	0,028
Imazetapir	0,028	0,062
Imidacloprid	0,061	0,205
Metconazol	0,030	0,099
Metolaclor	0,007	0,023
Metribuzin	0,006	0,020
Metsulfuron	0,009	0,029
Tebuconazol	0,063	0,211
Tetrametrina	0,078	0,260
Thiodicarb	0,022	0,074
2,4D	0,534	1,78
Dicamba	1,13	3,77

### ▪ Parámetros de linealidad

Se detallan las curvas de calibración construidas en tres tandas diferentes, en las cuales se inyectaron las distintas muestras de la presente tesis. Los parámetros incluyen, para cada analito y tanda de inyección, la curva ensayada en todo el rango de concentraciones (la pendiente y la ordenada al origen de la misma, con sus respectivos errores estándar - E.E -), el número total de determinaciones (n) y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) respectivo. En la última columna se muestra la curva utilizada para cuantificar, ya que en aquellos casos donde la muestra exhibía una concentración menor a la máxima ensayada, se cuantificó con una curva que contemplara dicha diferencia, abarcando un rango menor de concentraciones.

Plaguicida	Tanda de inyección	Curva completa – Rango de concentraciones 0 – 200 µg/L						Curva utilizada para cuantificar
		Pendiente	E.E	Ordenada	E.E	n	R <sup>2</sup>	
Acetoclor	1	552,69	18,65	794,70	1351,47	10	0,991	y = 713,7x - 53,3
	2	516,76	25,11	3651,66	2124,77	14	0,972	y = 812,6x + 57,4
	3	807,06	12,14	828,97	462,11	10	0,998	y = 1060,2x - 145,5
Ametrina	1	8099,98	463,43	66221,07	43401,07	12	0,968	y = 12142,2x + 1031,2
	2	14727,14	472,54	66955,24	41015,91	14	0,988	y = 18680,0x + 2729,4
	3	16961,47	1247,87	158303,15	97772,12	9	0,963	y = 24260,7x + 9852,9
Atrazina	1	12321,45	611,00	62374,67	27488,30	13	0,974	y = 24253,9x + 1576,6
	2	6067,83	363,46	58143,57	17029,47	12	0,965	y = 14996,2x + 2332,0
	3	7446,95	577,20	48325,67	21451,90	10	0,954	y = 16870,8x + 1430,4
Atrazina <sup>5</sup> D	1	2607,47	178,56	25049,38	9606,55	11	0,960	y = 6389,0x - 643,1
	2	2212,38	121,31	18019,85	5791,02	14	0,965	y = 5166,8x + 860,6
	3	2561,91	228,58	22906,54	9850,30	9	0,947	y = 6076,3x + 375,3
Atrazina desetil	1	2482,16	93,26	450,02	979,08	6	0,994	y = 2482,2x + 450,0
	2	2601,17	91,68	281,36	1414,52	5	0,996	y = 2601,2x + 281,4
	3	3276,99	91,29	561,86	1173,77	4	0,998	y = 3276,9x + 561,9
Atrazina desisopropil	1	631,23	37,63	76,82	171,77	6	0,986	y = 631,2x + 76,8
	2	1199,09	87,70	337,00	588,34	5	0,984	y = 1199,1x + 337,0
	3	1468,01	108,16	220,77	493,66	6	0,979	y = 1468,0x + 220,8
Carbaril	1	633,79	12,18	-863,87	1057,20	14	0,996	y = 472,8x + 225,2
	2	588,92	26,42	1696,14	2153,23	16	0,973	y = 398,3x + 1162,3
	3	698,68	59,19	4980,02	4029,73	12	0,933	y = 697,9x + 857,9
Carbofuran	1	1824,22	190,30	26504,18	17822,39	12	0,902	y = 3812,0x + 3241,9
	2	3589,61	103,57	18501,78	8680,83	15	0,989	y = 5537,8x + 688,5
	3	3947,80	185,50	31611,76	14534,38	9	0,985	y = 5349,6x + 6358,5
Clorimuron	1	1001,94	23,63	2878,78	2049,08	14	0,993	y = 1186,6x + 267,4
	2	987,36	39,37	4617,48	3196,68	16	0,978	y = 1337,0x + 80,1
	3	1178,04	84,83	10226,60	6305,22	10	0,960	y = 1855,7x - 199,4
Diclosulam	1	316,95	22,89	1841,92	1119,30	13	0,946	y = 694,6x + 26,8
	2	794,43	44,52	3800,90	2052,35	15	0,961	y = 1266,5x + 64,8
	3	931,18	94,81	5695,43	3538,12	12	0,906	y = 1786,1x - 33,6
Epoxiconazol	1	2434,56	66,56	11876,48	5929,21	13	0,992	y = 3213,8x + 761,6
	2	1659,47	105,07	19468,16	8722,68	15	0,950	y = 3235,3x + 315,4
	3	2025,09	242,42	35023,25	18803,92	9	0,909	y = 4273,0x + 222,0
Imazapic	1	1268,21	98,47	-1968,03	4516,69	12	0,943	y = 1530,4x + 94,9
	2	2767,25	224,15	1688,28	9561,52	14	0,927	y = 4218,1x + 492,1
	3	3444,46	111,64	8526,78	4157,02	11	0,991	y = 5265,6x + 33,2
Imazapir	1	1073,85	58,92	744,98	2193,97	11	0,974	y = 1611,6x + 3,0
	2	1050,05	30,91	3456,97	1318,38	14	0,990	y = 1536,0x + 227,9
	3	2580,98	113,51	8457,90	4432,61	10	0,985	y = 4186,5x - 231,9
Imazaquin	1	1199,30	115,86	2785,14	2529,19	8	0,947	y = 2401,6x + 156,3
	2	3382,98	105,78	7593,95	2540,24	11	0,991	y = 5238,5x + 195,1
	3	3999,56	264,76	11238,31	5779,68	8	0,974	y = 6819,3x - 291,89

Plaguicida	Tanda de inyección	Curva completa – Rango de concentraciones 0 – 200 µg/L						Curva utilizada para cuantificar
		Pendiente	E.E	Ordenada	E.E	n	R <sup>2</sup>	
Imazetapir	1	Sin Determinar						
	2	3052,53	128,14	14775,37	5901,03	6	0,993	y = 5093,4x + 754,97
	3	3803,68	145,74	13047,51	5485,36	9	0,990	y = 6648,7x - 15,489
Imidacloprid	1	260,41	8,20	24,71	767,92	6	0,996	y = 260,4x + 24,7
	2	221,25	16,43	1527,69	1426,43	14	0,938	y = 266,2x + 18,8
	3	298,91	26,08	1983,54	1938,54	10	0,943	y = 361,1x + 24,8
Metconazol	1	1887,93	97,57	13024,22	8857,70	14	0,969	y = 2384,6x + 2786,7
	2	2352,72	95,22	22279,96	8094,56	16	0,978	y = 4886x + 240,3
	3	2890,68	170,77	25693,53	12132,21	12	0,966	y = 6090,4x + 3,8
Metolaclor	1	3992,01	150,51	6121,41	5220,12	14	0,983	y = 5975,3x + 445,1
	2	6421,43	193,21	5471,08	6480,50	15	0,988	y = 8575,7x + 963,5
	3	7898,76	110,24	8634,37	3125,06	11	0,998	y = 12036,0x - 82,8
Metribuzin	1	2161,94	83,99	6200,53	3641,00	14	0,982	y = 3280,8x + 21,8
	2	1715,76	71,96	7252,62	2921,22	16	0,976	y = 2971,8x + 396,2
	3	2091,71	159,30	9654,69	5404,71	12	0,945	y = 4074,1x + 112,2
Metsulfuron	1	1069,62	44,97	5684,40	3898,89	14	0,979	y = 1765,4x + 0,84
	2	1103,59	44,65	7315,49	3744,50	15	0,979	y = 1608,1x + 412,3
	3	1233,50	69,53	7366,75	4717,75	12	0,969	y = 1870,1x + 11,59
Tebuconazol	1	1828,48	97,95	-1228,42	8768,86	13	0,969	y = 2930,6x - 939,7
	2	2227,43	98,59	511,68	8515,04	14	0,977	y = 2889,4x - 499,94
	3	2575,51	112,24	-1125,33	7577,84	12	0,981	y = 3098,4x + 125,7
Tetrametrina	1	316,37	13,15	518,81	1139,78	14	0,980	y = 454,1x - 46,2
	2	362,06	15,51	930,74	1258,91	16	0,975	y = 493,9x + 9,0
	3	333,81	9,42	-145,89	639,38	12	0,992	y = 345,7x - 58,8
Thiodicarb	1	199,50	9,41	599,13	355,59	14	0,974	y = 347,1x + 3,4
	2	286,73	13,38	1048,70	473,48	16	0,970	y = 490,3x + 32,6
	3	336,19	30,14	1536,36	930,98	11	0,933	y = 698,9x - 15,293
2,4D	1	4,60	0,16	22,22	20,49	12	0,987	y = 5,3x + 4,8
	2	5,25	0,15	6,32	17,73	14	0,990	y = 5,4x + 2,9
	3	5,84	0,36	11,69	42,28	14	0,956	y = 6,4x - 2,2
Dicamba	1	1,72	0,08	10,67	7,48	14	0,976	y = 2,1x + 2,8
	2	1,78	0,10	12,59	8,99	15	0,963	y = 2,5x - 0,2
	3	1,84	0,12	7,05	11,34	13	0,959	y = 2,0x + 0,2

## ANEXO F- Parámetros de calidad de metodologías de extracción de suelos y sedimentos

Recuperaciones Promedio ( $\overline{R\%}$ ) y Desviación Estándar (DE) de los plaguicidas evaluados en las diversas metodologías de suelos y sedimentos utilizadas

Metodología utilizada en Suelos y Sedimentos	Plaguicida	$\overline{R\%}$	DE
Derivatización - HPLC-MS	Glifosato y AMPA	79,5	11,0
Extracción Multiresiduo MSPD- CG- $\mu$ ECD	Endosulfan $\alpha$	48,0	2,4
	Endosulfan $\beta$	52,6	3,1
	Cipermetrina	97,1	12,5
	Clorpirifos	81,0	14,1
	Epoxiconazol	72,7	7,3
Extracción Multiresiduo QuEChERS-CG-MS	Azoxistrobin	66,4	21,3
	Bifentrin	68,6	13,4
	Cipermetrina	93,0	25,3
	Ciproconazol	38,5	21,3
	Clorpirifos	92,4	24,6
	Deltametrina	75,7	24,0
	Diazinon	82,0	11,8
	Endosulfan $\alpha$	82,0	11,3
	Endosulfan $\beta$	77,2	17,2
	Fipronil	58,2	18,1
	Lambdacialotrina	76,3	14,6
	Malation	95,8	18,2
	Paration	81,4	18,0
	Permetrina	67,9	8,5
	Trifluralina	98,0	15,7
Extracción Multiresiduo QuEChERS- UPLC-MS/MS	Acetoclor	102,7	6,3
	Ametrina	83,0	1,2
	Atrazina	86,1	1,9
	Atrazina- $^5D$	78,5	3,4
	Carbofuran	113,2	5,0
	Clorimuron	115,4	1,2
	Clorpirifos etil	89,8	16,7
	Diclosulam	119,0	3,1
	Epoxiconazol	107,3	3,6
	Imazetapir	46,6	2,8
	Imidacloprid	105,1	3,7
	Metolaclor	95,8	3,0
	Metribuzin	96,5	3,9
	Metsulfuron	98,8	6,3
	Tebuconazol	101,8	2,9



## ANEXO G - Concentraciones de plaguicidas en la totalidad de las muestras analizadas en aguas, MPS, suelos y sedimentos

En las tablas del ANEXO solo se presentan los plaguicidas que fueron detectados en al menos una muestra; es decir que todos los plaguicidas que fueron analizados y no figuran en las tablas correspondientes a cada matriz, presentaron valores menores al límite de detección en la totalidad de las muestras.

**Concentraciones (µg/L) de los plaguicidas detectados en las muestras de agua de aljibe, pozo y superficial del primer y segundo muestreo de las 3 localidades de estudio**

Muestreo	Tipo de Agua	Clorpirifos	Endosulfan $\alpha$	Endosulfan $\beta$	Lambdacialotrina	Cipermetrina	Epoxiconazol			
MM1	Aljibe	DNC	<0,001	<0,005	<0,005	DNC	DNC			
MM1	Pozo	0,698	<0,001	<0,005	<0,005	DNC	DNC			
VSJ1	Pozo	<0,006	0,024	0,011	<0,005	0,043	0,013			
SS1	Pozo	0,056	<0,015	<0,015	<0,005	<0,008	<0,011			
VSJ1	Pozo	<0,006	0,015	0,013	0,013	<0,004	0,286			
SS1	Superficial-Arroyo	0,075	0,031	0,035	<0,005	0,320	<0,011			
SS1	Superficial-Arroyo	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,008	<0,011			
VSJ1	Superficial-Bebedero	<0,006	0,008	0,006	<0,005	<0,004	0,014			
MM1	Superficial-Canal	<0,006	0,012	0,029	<0,005	10,73	<0,001			
MM1	Superficial-Canal	0,044	0,019	0,071	<0,005	2,80	0,085			
Muestreo	Tipo de Agua	Glifosato	AMPA	Atrazina	Clorpirifos	Endosulfan $\beta$	Lambdacialotrina	Cipermetrina	Epoxiconazol	Tebuconazol
MM2	Aljibe	< 0,5	< 0,5	DNC	0,062	<0,015	<0,005	0,413	<0,011	<0,003
MM2	Pozo	< 0,5	< 0,5	< 0,05	<0,006	<0,015	0,024	0,106	0,086	0,029
SS2	Pozo	< 0,5	< 0,5	< 0,05	<0,006	<0,015	<0,005	<0,008	<0,011	<0,003
SS2	Superficial-Arroyo	3,1	2,1	< 0,05	5,28	0,052	0,560	0,444	<0,011	<0,003
SS2	Superficial-Arroyo	< 0,5	< 0,5	< 0,05	<0,006	<0,015	<0,005	<0,008	<0,011	<0,003
SS2	Superficial-Arroyo	4,2	3,7	< 0,05	<0,006	<0,015	<0,005	<0,008	<0,011	<0,003
VSJ2	Superficial-Bebedero	< 0,5	< 0,5	< 0,05	DNC	<0,015	<0,005	0,026	<0,011	<0,003
MM2	Superficial-Canal	< 0,5	< 0,5	DNC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
MM2	Superficial-Canal	2,5	< 0,5	DNC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
MM2	Superficial-Canal	< 0,5	< 0,5	0,05	0,048	<0,015	0,058	<0,008	<0,011	<0,003
MM2	Superficial-Río	< 0,5	< 0,5	DNC	0,029	<0,015	<0,005	0,135	<0,011	0,046
VSJ2	Superficial-Tanque molino	< 0,5	< 0,5	DNC	<0,006	<0,015	<0,005	0,036	<0,011	<0,003

S/D: Sin Determinar (por interferencias de la matriz)

**Concentraciones (µg/L) de los plaguicidas detectados en las muestras de agua de pozo y superficial del tercer muestreo de San Salvador y Villa San José**

<b>Muestreo</b>	<b>Tipo de Agua</b>	<b>Glifosato</b>	<b>AMPA</b>	<b>Atrazina</b>	<b>Clorpirifos</b>	<b>Endosulfan <math>\alpha</math></b>	<b>Lambacialotrina</b>	<b>Azoxistrobin</b>
SS3	Pozo	< 0,5	< 0,5	1,47	<0,006	<0,015	<0,005	<0,012
SS3	Pozo	< 0,5	< 0,5	DNC	<0,006	<0,015	0,139	<0,012
SS3	Superficial-Arroyo	DNC	DNC	0,52	0,125	0,037	0,141	0,062
SS3	Superficial-Arroyo	DNC	DNC	2,87	0,144	0,093	0,217	0,599
VSJ3	Superficial-Bebedero	< 0,5	< 0,5	< 0,05	<0,006	<0,015	<0,005	<0,012
VSJ3	Superficial-Tanque molino	< 0,5	< 0,5	< 0,05	0,191	<0,015	<0,005	<0,012

**Concentraciones expresadas en µg/m².30 días de los plaguicidas detectados en las muestras de agua total de los MPS analizados en la presente tesis**

Muestreo	Gli	AMPA	Atz	2,4 D	Clorpirifos	Endo α	Endo β	Cipermetrina	Bifentrin	Acetoclor	Diazinon	Pendimetalin	Fipronil	Epoxiconazol	Tebuconazol	Azoxistrobin
MM1	< 8	< 8	30,3	30,6	25,79	< 1	1,1	< 1	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	< 1	S/A	S/A
MM1	< 8	< 8	19,6	33,9	7,48	< 1	< 1	< 1	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	< 1	S/A	S/A
MM1	< 8	< 8	17,9	13,3	9,23	< 1	< 1	< 1	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	< 1	S/A	S/A
SS1	206,6	< 8	14,9	< 10	< 1	< 1	< 1	DNC	< 1	DNC	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SS1	< 8	< 8	5,9	< 10	< 1	< 1	< 1	DNC	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SS1	DNC	< 8	< 2	< 10	< 1	< 1	< 1	DNC	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SS1	< 8	< 8	DNC	< 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SS1	DNC	< 8	< 2	< 10	< 1	< 1	< 1	DNC	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SS1	399,4	< 8	4,3	< 10	3,0	< 1	< 1	4,3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MM2	S/A	S/A	131,4	< 10	< 0,5	1,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2,2	< 0,5	9,1	< 0,5	< 0,5	6,8	< 0,5
MM2	S/A	S/A	17,5	< 10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
MM2	S/A	S/A	19,2	< 10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	1,6	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
SS2	298,7	1452,9	< 2	< 10	< 1	< 1	< 1	DNC	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SS2	203,8	1324,4	DNC	< 10	< 1	< 1	< 1	DNC	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SS2	267,8	1423,5	DNC	< 10	< 1	< 1	< 1	DNC	< 1	10,6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
SS2	85,1	957,0	DNC	< 10	< 1	6,1	10,2	25,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	DNC	< 1
VSJ2	S/A	S/A	1,2	S/A	1,4	< 0,5	< 0,5	1,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
VSJ2	S/A	S/A	0,6	S/A	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
VSJ2	S/A	S/A	0,9	S/A	0,5	< 0,5	< 0,5	1,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
SS3	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m
SS3	< 20	< 20	21,6	< 10	5,0	9,6	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
SS3	< 20	< 20	DNC	< 10	< 2	< 2	< 2	< 2	647,2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
SS3	108,7	< 20	DNC	< 10	< 2	< 2	< 2	< 2	268,6	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
SS3	< 20	< 20	DNC	< 10	< 2	31,0	< 2	< 2	381,6	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
SS3	85,2	< 20	< 10	< 10	< 2	157,8	< 2	< 2	97,3	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
VSJ3	S/A	S/A	< 0,5	S/A	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5
VSJ3	S/A	S/A	< 0,5	S/A	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	DNC	< 0,5	1,3	< 0,5
VSJ3	S/A	S/A	3,4	S/A	< 0,5	1,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	6,7	4,2	1,9

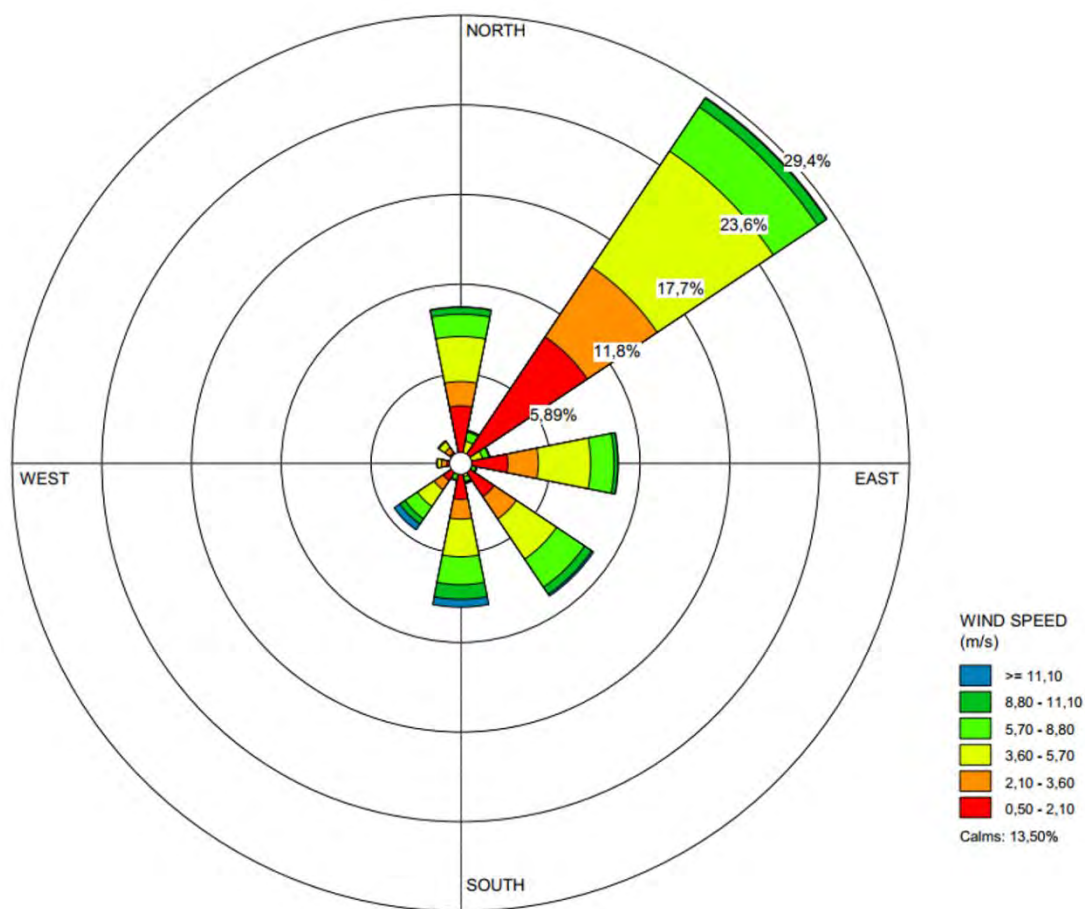
*Gli: Glifosato; Atz: Atrazina; Endo: Endosulfan; S/A: Sin Analizar por razones operativas en el laboratorio o por tener acceso a equipamiento; S/m: Sin Muestra, el colector apareció volcado en el sitio de muestreo.*

Concentraciones expresadas en µg/Kg de peso seco de los plaguicidas detectados en las muestras de suelos y sedimentos analizados en la presente tesis

Muestreo	Muestra	Matriz - uso	Gli	AMPA	2,4 D	Acet	Atz	Atz desetil	Atz desisopropil	Carbo	Clorim	Dicamba	Diclos	Imida	Imaza	Imaze	Metr	Metol	Metsul	Amet	Clp	Dieldrin	Endo a	Endo β	Fipro	p,p´-DDE	P-P DDT	Bif	Cip	Acialotrina	Perm	Azox	Epozol	Tebzol
MM1	Campo convencional	Suelo R	41,0	116,2	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	242,0	S/A	< 1,5	2,2	S/A	S/A	S/A	S/A	58,8	DNC	S/A	S/A	3,1	S/A
MM1	Calle urbana	Suelo Urbano	37,8	55,8	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	6,7	S/A	< 1,5	< 1,5	S/A	S/A	S/A	S/A	53,9	< 1,5	S/A	S/A	< 1,5	S/A
MM1	Plaza	Suelo Urbano	2791,9	796,8	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	4,4	S/A	< 1,5	< 1,5	S/A	S/A	S/A	S/A	4,1	< 1,5	S/A	S/A	3,4	S/A
MM1	Plaza	Suelo Urbano	39,3	91,8	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	52,5	S/A	< 1,5	< 1,5	S/A	S/A	S/A	S/A	72,2	< 1,5	S/A	S/A	17,4	S/A
MM1	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	3868,0	3191,8	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	150,40	S/A	17,50	337,7	S/A	S/A	S/A	S/A	180,0	22,5	S/A	S/A	6,3	S/A
MM2	Campo convencional	Suelo R	< 5	< 5	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A
MM2	Campo convencional	Suelo R	36,5	183,4	57,1	< 0,07	< 0,01	0,88	DNC	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	2,0	< 0,01	< 0,10	< 0,02	0,79	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 0,4	68,0	< 1,0	< 0,3	< 0,9	2,1	DNC
MM2	Calle urbana	Suelo Urbano	DNC	< 5	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A
MM2	Club	Suelo Urbano	6650,3	29705,1	55,3	< 0,07	< 0,01	DNC	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	DNC	< 0,01	< 0,10	< 0,02	DNC	< 0,03	< 0,01	DNC	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 0,4	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	DNC	< 0,06
MM2	Plaza	Suelo Urbano	< 5	250,5	46,2	< 0,07	< 0,01	2,12	DNC	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	DNC	< 0,01	< 0,10	< 0,02	0,42	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 0,4	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	2,0	< 0,06
MM2	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	120,8	966,8	31,1	0,65	< 0,01	1,81	DNC	< 0,02	1,6	< 4,0	DNC	3,0	< 0,01	1,0	0,47	53,46	0,25	< 0,01	7,3	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	10,9	S/D	< 1,0	< 0,3	< 0,9	297,5	8,5
MM2	Sedimento canal	Sedimento	< 5	< 5	S/A	S/D	S/D	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A
MM2	Sedimento canal industrial	Sedimento	1254,5	885,4	S/A	S/D	S/D	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A
MM2	Sedimento Río	Sedimento	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m	S/m
SS1	Campo convencional	Suelo R	52,6	499,4	< 1,9	< 0,07	0,89	0,64	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	7,7	< 0,01	S/A	< 0,02	0,53	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 1,5	964,3	15,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	< 0,06
SS1	Campo convencional	Suelo R	71,6	422,5	< 1,9	< 0,07	0,51	0,62	0,45	< 0,02	0,53	< 4,0	< 0,05	11,5	< 0,01	S/A	< 0,02	0,57	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 1,5	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	0,43
SS1	Baldío presencia bidones de agrotóxicos	Suelo Urbano	17357,4	7746,1	< 1,9	< 0,07	0,06	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	41,7	< 0,01	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,03	0,04	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	< 0,07	< 0,06
SS1	Baldío presencia maquinarias	Suelo Urbano	191,3	190,5	< 1,9	< 0,07	1,7	0,33	< 0,16	< 0,02	< 0,02	DNC	< 0,05	3,0	< 0,01	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,03	0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 1,5	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	DNC	0,78
SS1	Calle urbana	Suelo Urbano	< 5	63,8	< 1,9	< 0,07	0,17	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	0,18	< 0,03	DNC	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 1,5	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	0,40
SS1	Cancha de fútbol	Suelo Urbano	< 5	69,0	< 1,9	< 0,07	< 0,01	DNC	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	2,1	< 0,01	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,03	DNC	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 1,5	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	< 0,06
SS1	Patio casa	Suelo Urbano	< 5	62,3	30,7	0,61	< 0,01	DNC	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,03	DNC	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 1,5	25,8	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	< 0,06
SS1	Plaza	Suelo Urbano	< 5	104,6	< 1,9	< 0,07	< 0,01	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	DNC	< 0,03	0,02	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 1,5	30,3	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	< 0,06
SS1	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	172,0	317,7	< 1,9	< 0,07	0,41	DNC	< 0,16	< 0,02	1,5	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	< 0,02	1,4	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 1,5	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	DNC	0,76
SS1	Sedimento Arroyo	Sedimento	150,7	339,6	S/A	S/D	S/D	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A
SS1	Sedimento Arroyo	Sedimento	< 5	72,7	S/A	S/D	S/D	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A	S/A
SS2	Camino rural	Suelo R	99,2	115,6	< 1,9	< 0,07	5,2	DNC	< 0,16	< 0,02	0,19	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 0,4	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	DNC	< 0,06
SS2	Campo convencional	Suelo R	110,0	150,2	< 1,9	< 0,07	0,31	DNC	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	0,32	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 0,4	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	< 0,06
SS2	Campo convencional	Suelo R	107,6	156,0	< 1,9	< 0,07	0,79	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	0,17	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 0,4	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	< 0,06
SS2	Campo convencional	Suelo R	116,2	480,5	< 1,9	< 0,07	0,74	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	7,8	< 0,01	S/A	< 0,02	0,17	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 0,4	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	5,7	< 0,06
SS2	Baldío urbano fumigado	Suelo Urbano	2346,0	3081,9	< 1,9	< 0,07	< 0,01	DNC	< 0,16	< 0,02	25,3	< 4,0	DNC	< 0,22	0,13	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	1,5	< 0,4	< 0,3	< 0,4	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	< 0,06
SS2	Baldío presencia bidones de agrotóxicos	Suelo Urbano	140,4	129,6	< 1,9	< 0,07	0,14	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	9,3	< 0,01	S/A	< 0,02	1,35	< 0,03	< 0,01	< 1,8	21,3	< 1,1	S/D	< 0,5	7,2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	< 0,07	< 0,06
SS2	Baldío presencia maquinarias	Suelo Urbano	165,1	164,3	< 1,9	< 0,07	0,81	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	22,08	< 0,05	< 0,22	0,07	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,03	< 0,01	81,17	S/D	< 1,1	S/D	< 0,5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	4,9	DNC	
SS2	Calle urbana	Suelo Urbano	142,2	153,4	< 1,9	< 0,07	< 0,01	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,03	0,03	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 0,4	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	0,60
SS2	Cancha de fútbol	Suelo Urbano	169,9	170,8	< 1,9	< 0,07	< 0,01	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	DNC	< 0,03	0,02	< 1,8	< 1,2	< 1,1	S/D	< 0,5	< 0,4	S/D	S/D	< 1,1	S/D	S/D	< 0,07	< 0,06	
SS2	Plaza	Suelo Urbano	< 5	< 5	< 1,9	< 0,07	1,1	< 0,05	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	0,43	DNC	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	50,0	34,1	< 0,4	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	< 0,06
SS2	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	350,0	292,1	< 1,9	< 0,07	1,4	0,44	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	36,3	< 0,01	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,03	< 0,01	< 1,8	< 1,2	< 1,1	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	DNC	< 1,1	< 1,0	< 0,3	< 0,9	< 0,07	1,4
SS2	Vereda galpón de agroquímicos	Suelo Urbano	276,3	12175,1	< 1,9	< 0,07	17,7	0,36	< 0,16	< 0,02	1,7	< 4,0	< 0,05	2,3	0,12	S/A	< 0,02	1,09	< 0,03	0,05	< 1,8	S/D	< 1,1	S/D	< 0,5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	< 0,07	DNC	
SS2	Cooperativa arrocerá	Suelo Mixto	97,2	135,3	< 1,9	0,64	< 0,01	DNC	< 0,16	< 0,02	< 0,02	< 4,0	< 0,05	< 0,22	< 0,01	S/A	< 0,02	0,99	<															

## ANEXO H - Rosa de los vientos MM

Rosa de los vientos correspondiente a la zona de Monte Maíz, durante octubre 2014 y septiembre 2015, período comprendido entre los dos muestreos llevados a cabo en el pueblo. La misma fue construida a través de los datos solicitados al Centro de Información Meteorológica del Servicio Meteorológica Nacional, de la Estación Marcos Juárez AERO (estación más cercana a la localidad de Monte Maíz) y fue construida utilizando el Programa WRPLOT View™ (Lakes Environmental, 2018).



## **ANEXO I - Expresiones creativas MM y SS**

*“Necesitamos especialmente de la imaginación en las ciencias. No todo es matemáticas y no todo es simple lógica, también se trata de un poco de belleza y poesía”*

María Montessori

**I.** Expresión creativa de elaboración propia que condensan los sentimientos luego de la noticia de la aprobación de la ordenanza de regulación del uso de agrotóxicos en Monte Maíz, el 7 de julio de 2015.

### ***Carnaval***

Hoy en Monte Maíz se está bailando un carnaval

Cuerpos felices, bailan y zapatean

Cuerpos que se mueven al ritmo de la vida

Se multiplican las máscaras de la alegría, de la organización, de la esperanza

Máscaras con sonrisas y lágrimas

Cantos de emoción y gritos de fortaleza

Los ecos de la bronca se transforman en ritmos de lucha

Los años de lucha se transforman en pasos firmes y palpables

Lo palpable se transforma en movimiento

Y el movimiento en carnaval

Y en el carnaval Carnavaleamos

**Carnavaleamos por la vida**

**II.** Expresión creativa de elaboración propia que condensa los sentimientos luego del muestreo realizado en San Salvador en marzo de 2017.

### ***Nube de polvo***

Un pueblo

Una nube de polvo

Un polvo que tapa los ojos

Los oídos, la boca

El polvo de la inacción

Un polvo que calla  
Pero que grita  
Que grita de injusticia  
Injusticia que sí ven esos ojos claros  
Ojos empapados de lucha  
Ojos claros tildados de locura

Locura la del mundo  
Del mundo al revés  
La plata en la cabeza  
El corazón en los pies

Pisoteemos el polvo  
Sacudámoslo  
Bailemos sobre él  
Movamos la nube  
Que se vea el sol  
Y que vuelva el corazón  
Al lugar del corazón